



UNIVERSIDAD DE MONTERREY

Vicerrectoría de Arte, Arquitectura y Diseño
Escuela de Arquitectura y Ciencias del Hábitat
Programa Académico de Ing. en Innovación Sustentable y Energía

Programa de Evaluación Final

Análisis técnico económico para evaluar la generación de bioetanol a base de mermas de naranja

En opción al título de
Ing. en Innovación Sustentable y Energía

Integrantes

Ana María Peñúñuri García 535318
Samantha Lorena Cantú Ortegón 343790

Asesor

Dr. Carlos Alejandro Ramírez Paredes

Diciembre 2019
San Pedro Garza García, Nuevo León, México

Agradecimientos

Gracias Dios, por acompañarme todos los días y tenerme preparados planes y personas tan increíbles durante toda mi carrera, por cuidarme y siempre alinear todo a tu perfección para mi crecimiento y aprendizaje personal e ir forjando mi camino.

A mis padres, gracias por darme la oportunidad de perseguir mis sueños, por siempre apoyarme y confiar en mis decisiones y nunca tener una duda de mí. Por darme suficientes alas y vuelo para ser soñadora y a la vez, por mantenerme con los pies en la tierra y sobre la realidad. Por tener siempre las palabras adecuadas para aconsejarme cuando lo necesité. Especialmente a ti, mamá, gracias por ser mi confidente y mi mejor amiga. A mi hermano Lalo y mi hermana y directora, Irma, quienes son mis amigos desde toda mi vida, gracias por la gran confianza que tienen en mí, por ser mi apoyo incondicional cada vez que lo necesité y siempre buscar lo mejor para mí e impulsarme a mejorar yo misma.

A mis profesores y asesores, por compartirme su valiosa experiencia y conocimientos durante mi carrera. Gracias por su orientación y por buscar mi crecimiento profesional con cada lección y proyecto en los que estuve involucrada estos cuatro años y medio.

A mis amigos y mis personas especiales y más cercanas a mí, gracias y mil gracias por escucharme y aconsejarme una y otra vez, por levantarme los ánimos cuando lo necesitaba y por acompañarme y permanecer conmigo en cada situación que se me presentaba, ya fuera buena o mala. Quizá sin darse cuenta, me trajeron respuestas adecuadas en los momentos más indicados. Ustedes saben quiénes son y tienen una gran parte de mi corazón.

A la increíble compañera de equipo, colega y amiga, Samantha Cantú, por ser mi primera amiga en la carrera y haber permanecido a mi lado desde el día uno, su dedicación y responsabilidad son admirables para mí, además de su paciencia y comprensión la cual me fue gran soporte durante toda esta etapa.

Por último, una nota a mí misma: las personas que te quieren siempre estarán para ti cuando lo necesites, nunca dudes en apoyarte de esas personas.

- Ana María Peñúñuri García

Agradecimientos

Primeramente, quiero agradecer a mis padres, mi familia, porque gracias a ellos se ha podido llegar hasta este último paso en mi carrera profesional por el Título de Ing. En Innovación Sustentable. Ellos son quienes me han apoyado desde incluso la selección de este camino, y se han quedado firmes conmigo a lo largo de este trayecto.

A mis profesores, directivos y asesores durante los últimos nueve semestres, por lo que me han enseñado, tanto académica como personalmente. Mis aprendizajes, lecciones y crecimiento profesional, no habrían sido posible sin ustedes.

A mis compañeros y colegas, a lo largo del camino, me han enseñado a ir más allá de mis conocimientos, y debo reconocer que aprendí más por mis compañeros en las clases y proyectos que lo que algún día hubiera imaginado.

A mis amigos y personas más especiales, gracias por acompañarme, aconsejarme y soportarme durante este largo trayecto, particularmente en este periodo de investigación y entrega para finalizar el camino de la carrera.

Finalmente, a mi compañera y amiga, Ana María Peñúñuri, porque además de ser una excelente colega, me acompañó en éstos nueve semestres de carrera, me enseñó a trabajar en equipo y aprender habilidades y valores nuevos durante todo el este trayecto.

- Samantha Lorena Cantú Ortigón

Índice

<u>Capítulo I. Introducción</u>	13
<u>1. Introducción</u>	15
<u>2. Antecedentes y Justificación</u>	16
<u>3. Planteamiento del Problema</u>	17
<u>4. Objetivos</u>	19
<u>4.1 Objetivos Específicos</u>	19
<u>5. Alcances y Limitantes</u>	20
<u>6. Metodología del Proyecto</u>	21
<u>6.1 Análisis Técnico Económico</u>	21
<u>6.2 Metodología de Investigación</u>	21
<u>6.3 Cronograma</u>	22
<u>Capítulo 2. Marco Teórico</u>	23
<u>7. Marco Teórico</u>	25
<u>7.1. Contexto Internacional</u>	25
<u>7.2 Contexto Nacional</u>	27
<u>7.3 Caracterización del Problema</u>	28
<u>7.3.1 Mosca mexicana de la fruta (Anastrepha Ludens)</u>	30
<u>7.3.2 Hongo fumagilla o negrilla</u>	31
<u>7.3.3 Pesticidas y control biológico utilizados</u>	33
<u>7.3.3.1 Bromuro de metilo (CH₃Br)</u>	33
<u>7.3.3.2 Cera Trap</u>	34
<u>7.3.4 Certificados Fitosanitarios en México</u>	35
<u>7.3.5 Diagrama de Fishbone</u>	37
<u>7.4 Descripción del Sitio</u>	38

<u>7.4.1 Fondo de Aseguramiento Citricultores de Nuevo León</u>	41
<u>7.5 La Biomasa y sus Oportunidades</u>	45
<u>7.6 Biocombustibles</u>	46
<u>7.7 El Etanol y sus Características Generales</u>	47
<u>7.7.1 Combustible bioetanol</u>	48
<u>7.7.2 Clasificaciones del etanol</u>	49
<u>8.7.3 La materia orgánica lignocelulosa</u>	49
<u>7.7.4 Proceso para la generación de combustible etanol de lignocelulosa</u>	50
<u>7.7.4.1 Pre-tratamiento</u>	51
<u>7.7.4.2 Hidrólisis y Fermentación de azúcares</u>	52
<u>8.7.5.2.1 Microorganismos</u>	54
<u>7.7.4.3 Destilación</u>	56
<u>7.8 Marco Regulatorio en México</u>	57
<u>Capítulo 3. Desarrollo de Análisis Técnico Económico</u>	61
<u>8. Desarrollo</u>	63
<u>8.1 Entrevistas de Campo</u>	63
<u>8.1.1 Fondo de Aseguramiento Citrícola de Nuevo León</u>	63
<u>8.1.2 Productores de Nuevo León</u>	63
<u>8.1.3 Testimonios</u>	65
<u>8.2 Análisis de Factibilidad Técnico Económico</u>	70
<u>8.2.1 Definición del Proceso de Generación de Etanol a partir de Merma de Naranja</u>	70
<u>8.2.1.1 Caracterización de los Azúcares fermentables</u>	70
<u>8.2.1.2 Bioreactor</u>	70
<u>8.2.1.3 Microorganismo</u>	71
<u>8.2.1.4 Otros consumibles</u>	71
<u>8.2.2 Etapas del Proceso de Generación de Etanol a partir de Merma de Naranja</u>	71

<u>8.2.3 Sensibilidad de Variables</u>	72
<u>8.2.3.1 Variables Constantes</u>	72
<u>8.2.3.2 Variables Dependientes</u>	73
<u>8.2.3 Diagrama de entradas y salidas del proceso</u>	73
<u>8.2.4 Costos de Inversión</u>	73
<u>8.2.5 Recolección de la Merma y el Combustible</u>	74
<u>8.2.7 Precio Competitivo del Etanol</u>	75
<u>8.2.8 Evaluación de Retorno y Periodo de Inversión</u>	76
<u>9. Modelo de Factibilidad</u>	78
<u>9.1 Presuntos y Consideraciones</u>	79
<u>9.2 Escenarios de Factibilidad</u>	82
<u>9.2.1 Escenario 1</u>	82
<u>9.2.2 Escenario 2</u>	86
<u>9.2.3 Escenario 3</u>	90
<u>9.2.4 Escenario 4</u>	94
<u>9.2.5 Escenario 5</u>	98
<u>Capítulo 4. Resultados y Conclusiones</u>	101
<u>10. Conclusiones</u>	103
<u>Capítulo 5. Anexos y referencias bibliográficas</u>	105
<u>11. Anexos</u>	107
<u>Anexo 1. Primer cuestionario al Fondo de Aseguramiento</u>	107
<u>Anexo 2. Entrevista 1</u>	110
<u>Anexo 3. Entrevista 2</u>	116
<u>Anexo 4. Datos de hectáreas de la Zona Citrícola de Nuevo León</u>	120
<u>Anexo 5. Datos de huertos de la Zona Citrícola de Nuevo León.</u>	121

<u>Anexo 6. Histórico de cosecha y estimación de merma de la Zona Citrícola de Nuevo León y asegurados del Fondo de Aseguramiento.</u>	122
<u>12. Referencias bibliográficas</u>	123

Índice de Figuras y Tablas

Figura 1. Diagrama de problemática.	17
Figura 2. Cronograma de actividades del proyecto.	22
Figura 3. Estacionalidad de la naranja en México. (Fuente: Franco, A. Castillo, S. 2015)	26
Figura 4. Pozo donde se desecha la merma.	29
Figura 5. Pozo donde se desecha la merma.	29
Figura 6. Mosca mexicana de la fruta. (Fuente: BugGuide)	30
Figura 7. Apariencia de hoja invadida por hongo fumagilla. (Fuente: Massogarden)	32
Figura 8. Apariencia de negrilla en una naranja.	33
Figura 9. Aplicación de Cera Trap en árbol. (Fuente: Bioiberica)	35
Figura 10. Diagrama de problemas y causas.	37
Figura 11. Representación en mapa de la Zona Citrícola de Nuevo León. (Fuente: Fondo Citrícola de Nuevo León, 2015)	38
Figura 12. Huerto de árboles de naranja en la Zona Citrícola de Nuevo León.	39
Figura 13. Hectáreas plantadas según productivas y abandonadas. (Fuente: Fondo Citrícola de Nuevo León, 2015)	40
Figura 14. Hectáreas productivas plantadas por cultivo. (Fuente: Fondo Citrícola de Nuevo León, 2015)	40
Figura 15. Hectáreas productivas plantadas por especie de naranja. (Fuente: Fondo Citrícola de Nuevo León, 2015)	41
Figura 16. Funcionamiento general del Fondo de Aseguramiento.	42
Figura 17. Gestión de remanentes por ciclo.	43
Figura 18. Proceso para la generación de etanol de lignocelulosa.	51
Figura 19. Proceso de entradas y salidas en la conversión de etanol basado en tanque de 10 litros.	73
Figura 20. Valor del Etanol 2018-2019 (USD/Gal) (Fuente: Markets Insider, 2019).	76
Tabla 1. Composición general de la naranja por cada 100 gramos.	25
Tabla 2. Superficie y producción de cítricos a nivel mundial.	26

<u>Tabla 3. Historial de cosecha de naranja de las últimas siete temporadas, del total de la Zona Citrícola de Nuevo León y de los asegurados por el Fondo de Aseguramiento.</u>	44
<u>Tabla 4. Porcentaje de costos operativos de los insumos y operaciones por hectárea asegurada.</u>	45
<u>Tabla 5. Tipos de biomasa.</u>	46
<u>Tabla 6. Procesos de obtención de biocombustibles.</u>	47
<u>Tabla 7. Métodos de pretratamiento para la biomasa lignocelulosa.</u>	52
<u>Tabla 8. Procesos alternos para la producción del etanol de lignocelulosa.</u>	54
<u>Tabla 9. Acuerdo para las actividades de la SENER y la CRE.</u>	59
<u>Tabla 10. Caracterización de la naranja.</u>	70
<u>Tabla 11. Gasto aproximado en recolección de la merma por temporada.</u>	75
<u>Tabla 12. Gasto en combustible por temporada.</u>	75
<u>Tabla 13. Datos fijos para el cálculo de los escenarios.</u>	81
<u>Tabla 14. Desglose de costos fijos unitarios y costos fijos por temporada para el Escenario 1.</u>	83
<u>Tabla 15. Evaluación de utilidad marginal y ROI para el Escenario 1.</u>	84
<u>Tabla 16. Ejercicio para cálculo del PRI para Escenario 1.</u>	84
<u>Tabla 17. Desglose de costos fijos unitarios y costos fijos por temporada para el Escenario 2.</u>	87
<u>Tabla 18. Evaluación de utilidad marginal y ROI para el Escenario 2.</u>	88
<u>Tabla 19. Ejercicio para cálculo del PRI para Escenario 2.</u>	88
<u>Tabla 20. Desglose de costos fijos unitarios y costos fijos por temporada para el Escenario 3.</u>	91
<u>Tabla 21. Evaluación de utilidad marginal y ROI para el Escenario 3.</u>	92
<u>Tabla 22. Ejercicio para cálculo del PRI para Escenario 3.</u>	92
<u>Tabla 23. Desglose de costos fijos unitarios y costos fijos por temporada para el Escenario 4.</u>	95
<u>Tabla 24. Evaluación de utilidad marginal y ROI para el Escenario 4.</u>	96
<u>Tabla 25. Ejercicio para cálculo del PRI para Escenario 4.</u>	96
<u>Tabla 26. Desglose de costos fijos unitarios y costos fijos por temporada para el Escenario 5.</u>	99

Tabla 27. Evaluación de utilidad marginal y ROI para el Escenario 5.	100
Tabla 28. Ejercicio para cálculo del PRI para Escenario 5.	100

Capítulo I. Introducción

1. Introducción

La presente investigación presenta las bases teóricas acerca del proceso para obtener bioetanol, el cual se produce a partir de un proceso de fermentación de azúcares provenientes de biomasa. En el caso de este proyecto, la biomasa que se evaluará para la obtención de este biocombustible es la merma de naranja. El objetivo es concretar un análisis técnico económico que involucre todas las cuestiones técnicas del proceso, además de la parte administrativa y económica necesaria para que se desarrolle.

El estudio se sustenta con base a datos de la región citrícola del Estado de Nuevo León, en México, comprendida por los Municipios Allende, Cadereyta, General Terán, Hualahuises, Linares, Montemorelos, Los Ramones y Santiago. La zona está formada por un amplio número de hectáreas dedicadas al cultivo de árboles de naranja, y uno de sus principales problemas es el control de plagas como la mosca de la fruta. Por tal razón, la región carece de certificados fitosanitarios para exportación a Estados Unidos.

Se presentan descritas las distintas plagas principales que pueden encontrarse en un huerto de naranja.

Además de ello, se expone el alcance y las limitantes del proyecto, así como lo que se busca lograr posterior a la conclusión del análisis.

En el documento se describen las plagas principales que pueden encontrarse en un huerto de naranja; se expone el alcance y las limitantes del proyecto; se muestran los distintos escenarios que fueron evaluados; así como lo que se busca lograr posterior a la conclusión del análisis.

Se muestran los distintos escenarios que fueron evaluados con variables como el tiempo de operación y la cantidad de merma procesada. Se exponen los resultados y, además, se muestran algunas recomendaciones para darle un seguimiento a este estudio.

2. Antecedentes y Justificación

La región citrícola del Estado de Nuevo León es conocida por su principal actividad que es el cultivo y cosecha de árboles de naranja. Sin embargo, en los últimos años, ha aumentado su problemática ante el control y eliminación de plagas en los huertos, trayendo como consecuencia el aumento de merma en la cosecha y limitaciones de comercialización. Las mermas que se producen en la producción citrícola principalmente se deben a la senescencia, falta de demanda, incumplimiento con el tamaño para la venta o por producción que no cumple con las condiciones adecuadas para su comercialización.

En la actualidad, los productores de naranja han perdido el beneficio de comercializar sus productos cítricos a Estados Unidos, esto debido al problema de plaga en los cultivos y la ausencia de cumplimiento a estándares y leyes fitosanitarias; ambos son requisitos para la exportación. La Zona Citrícola de Nuevo León tiene la ventaja de que la producción se encuentra cerca de la frontera con Estados Unidos, traduciendo esto a un beneficio económico y un fácil proceso de comercialización con nuestro país hermano. (Gómez Cruz, M., Schwentesius Rindermann, R., 1997)

Entre los requisitos de importación que establece la USDA (United States Department of Agriculture, por sus siglas en inglés), enlista la ubicación de la producción, con énfasis en zonas libres de la mosca de la fruta. Actualmente, Nuevo León no cumple los requerimientos de norma APHIS 7 CFR 319.56-5 (Animal and Plant Health Inspection Service) designados para verificar que un área sea libre de plagas.

Anteriormente, se intentó implementar proyectos de aprovechamiento de la merma obtenida de la cosecha de naranja, sin éxito alguno. Los productores de los huertos no cuentan actualmente con alguna estrategia para manejar, recolectar, aprovechar o reducir la merma. Sin embargo, están conscientes del problema que tienen y consideran que es importante tomar acción ante esta situación, ya que, si la merma pudiera tener un fin productivo, generaría un ingreso extra y beneficiaría a los huertos de la zona a controlar la plaga y posteriormente, erradicarla.

3. Planteamiento del Problema

Montemorelos es un Municipio agricultor a las afueras de la Zona Metropolitana del Estado de Nuevo León, México. Sus dos principales actividades se concentran en las plantaciones de naranja y la producción de miel de abeja.

Este estudio se enfoca únicamente en la primera función, la siembra y cosecha de naranja, proceso que, aunque en la actualidad abarca más de 30 mil hectáreas, se encuentra acechado por fuertes plagas.

Las plagas con las que se enfrenta la producción de la naranja requieren de fuertes pesticidas químicos que afectan la composición de los frutos y, por ende, carecen de la posibilidad de exportar a otros países.

Hasta ahora se utilizan dos estrategias para la prevención y eliminación de la plaga: **recolección de la merma y control biológico.**

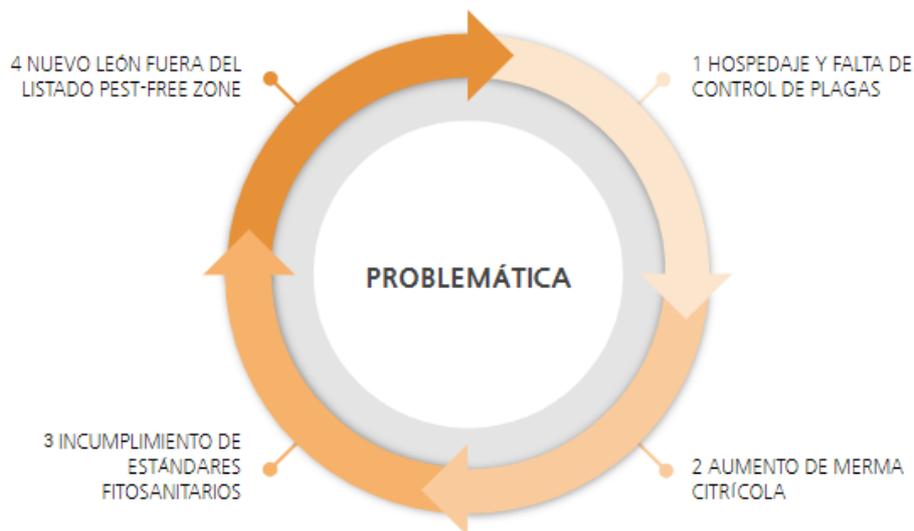


Figura 1. Diagrama de problemática.

Recoger los frutos caídos en los huertos implica un costo extra al agricultor y no todos están dispuestos a realizar dicha inversión. No obstante, la merma tirada en el campo atrae y hospeda a la plaga.

Por otro lado, debido a que se encuentran en la parte del norte de México, sus costos de producción son más elevados que en el resto del país (Aquines, O., 2019). Esto ha provocado que se disminuya su participación en el mercado y sean menos competitivos en el mercado local.

4. Objetivos

El objetivo general de la presente investigación es buscar el aprovechamiento de las mermas de naranja pertenecientes a productores afiliados al Fondo de Aseguramiento Citrícola de Nuevo León.

Dicho esto, se pretende realizar un estudio técnico económico de la producción de bioetanol a partir de las mermas de naranja de la zona citrícola.

4.1 Objetivos Específicos

- Proponer un proceso de correcta disposición de la merma de naranja.
- Realizar un estudio técnico económico referente a la factibilidad de implementación de un sistema que permita la generación de bioetanol para eliminar y reutilizar las mermas de naranja provenientes de los afiliados al Fondo de Aseguramiento Citrícola de Nuevo León.
- Analizar y comparar escenarios para determinar cuál de éstos sería más factible realizar para el aprovechamiento de mermas con generación de bioetanol.
- Establecer medidas con base a los estudios para la solución integral de aprovechamiento de mermas, eliminación de plaga, generación del bioetanol y sus beneficios económicos.

5. Alcances y Limitantes

Este análisis técnico económico pretende definir un plan de acción que determine la mejor forma en la que se pudiera generar bioetanol en la Zona Citrícola de Nuevo León a partir de las mermas de naranja, o en su defecto, establecer que no es factible realizar esta actividad. No obstante, este proyecto consiste meramente en el estudio de factibilidad.

Por otro lado, se espera con este proyecto identificar los subproductos que también se puedan obtener a partir de la producción de bioetanol, pero no consiste en una determinación específica ni los procedimientos químicos, biológicos o de estrategia de negocios que cada uno de los subproductos requeriría.

Los alcances anteriores se han definido de acuerdo con lo siguiente:

- El proyecto abarca una temporada de cuatro meses de estudio, de agosto a diciembre, de modo que sólo se abordará el estudio técnico económico sobre la generación del bioetanol.
- El proyecto se centra únicamente en el cultivo de naranjas.
- Los recursos económicos para esta fase son limitados, conceden únicamente para visitas a campo y requerimientos que demande la investigación.

6. Metodología del Proyecto

6.1 Análisis Técnico Económico

Un estudio técnico y económico consiste en identificar los aspectos técnicos y los costos asociados necesarios para realizar a cabo un proyecto, esto con el fin de determinar la factibilidad en temas técnicos y económicos. (Guevara & Valle, 2007)

Un estudio técnico consiste en establecer aspectos de operación, tales como características y especificaciones del producto, en este caso, el biodigestor, proveedores, se diseña un plan de ventas, se establece un proceso productivo, tiempos de procesamiento, determinación de la estructura organizacional y de trabajo para satisfacer el plan de ventas. (Ruggiero, 2011)

Por otro lado, un estudio económico toma en cuenta estimaciones y proyecciones de ingresos por ventas, costos directos, costos indirectos, gastos administrativos relacionados con las operaciones del producto, costo asociados con la inversión inicial, con el fin de estimar ganancias y pérdidas, para posteriormente, construir un flujo de efectivo para la evaluación del proyecto. Además, también se toman en cuenta indicadores de rentabilidad, retorno de inversión (ROI) y el periodo de retorno de inversión (PRI).

6.2 Metodología de Investigación

El presente documento conlleva el siguiente procedimiento para lograr el análisis y estudio técnico económico del aprovechamiento de las mermas de naranja.

- a. Investigación de campo y situación actual
- b. Análisis de datos de la materia prima
- c. Definición de posibles escenarios
- d. Cálculos de los escenarios
- e. Análisis de Resultados
- f. Definición del estudio tecno económico
- g. Plan de acción

La primera parte consiste en recolección de datos y cuantificación de la merma de naranja que se genera en los huertos asegurados por el Fondo Citrícola de Nuevo León para generar estimación. Después es necesario analizar la composición química y/o especificaciones de la materia prima, la merma de naranja. A partir de esto, será posible definir y estructurar entre 3-4 opciones para verificar la factibilidad de la implementación del proyecto y bajo qué variables. Posteriormente, serán necesarios los cálculos de entradas y salidas, inversiones y otros costos involucrados para determinar el retorno de inversión. Luego se continúa con un análisis de resultados que permitirá definir la factibilidad del estudio. Finalmente, se define el estudio como tal con todas las variables involucradas en los diferentes escenarios.

Se debe establecer el plan de acción del estudio tecno económico presentado, de modo que se conozcan y definan los siguientes pasos necesarias para la implementación del proyecto.

6.3 Cronograma

A continuación, se muestra un diagrama de Gantt para delimitar la cronología de actividades que se deben realizar para el presente estudio tecno económico.

Se muestran claramente las fechas en las que hay entrega de avance y la presentación final, así como se contemplan tiempos para correcciones. El cronograma no muestra las fechas de visitas a campo debido a su variabilidad.

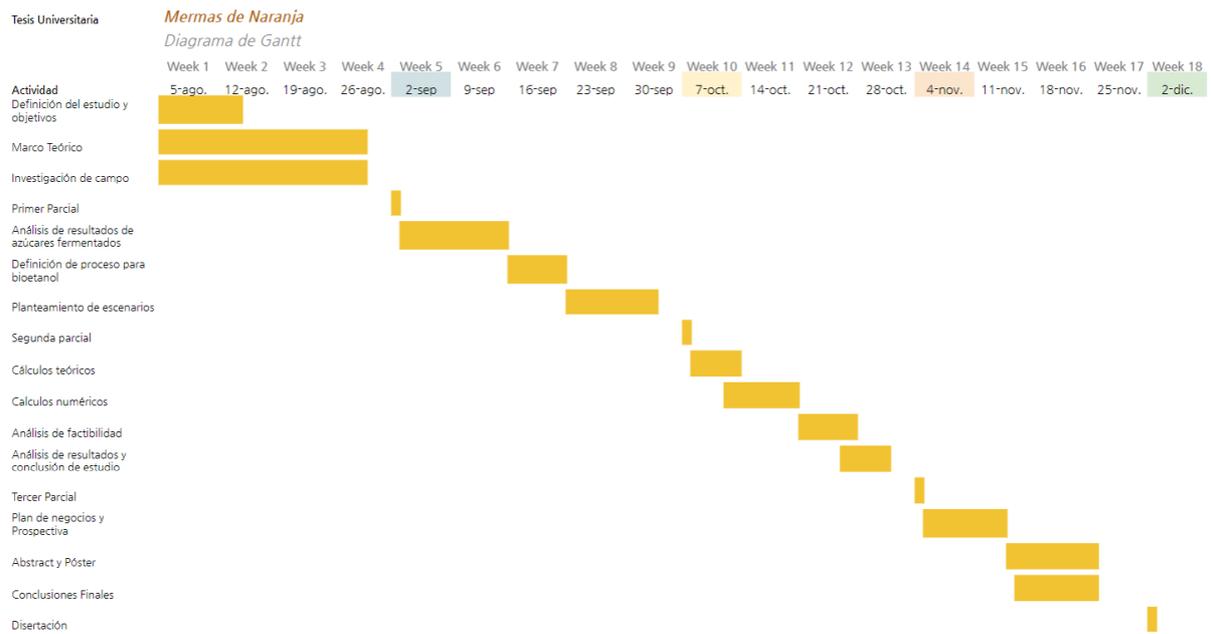


Figura 2. Cronograma de actividades del proyecto.

Capítulo 2. Marco Teórico

7. Marco Teórico

7.1. Contexto Internacional

A nivel mundial, los cítricos constan principalmente de naranja, limón, mandarina y toronja, Su importancia radica en su alta concentración de ácido ascórbico, conocido como vitamina C.

En realidad, su composición nutricional está constituida principalmente por carbohidratos y vitaminas. La Tabla 1 se describe la composición general de la naranja por cada 100 gramos. (Franco, A. Castillo, S. 2015)

Tabla 1. Composición general de la naranja por cada 100 gramos.

Composición nutricional	
Energía (kcal)	42
Carbohidratos (g)	8.6
Proteínas (g)	0.8
Potasio (mg)	200
Calcio (mg)	36
Composición vitamínica	
Vitamina C (mg)	50
Vitamina A (ng)	40
Vitamina B6 (mg)	0.06

Fuente: Franco, A. Castillo, S. 2015

Debido a que los cítricos se producen en zonas compactas geográficamente, son susceptibles a fenómenos como heladas, sequías, plagas y/o enfermedades que pueden trastornar fácilmente los periodos de producción y cosecha. (Franco, A, Castillo, S. 2015)

De hecho, en términos productivos, según un estudio realizado por la FAO, en 2013, el 58% de la superficie mundial compete únicamente a la naranja, seguido por la mandarina, el limón y la toronja respectivamente. (Franco, A. Castillo, S. 2015)

La en la Tabla 2 se indica la capacidad mundial de producción y superficie correspondiente por tipo de cultivo al 2013.

Tabla 2. Superficie y producción de cítricos a nivel mundial.

Cultivo	Producción	Superficie
Naranja	71.4 M/ton	4.1 M/Ha
Mandarina	28. 7 M/ton	2.9 M/Ha
Limón	15.2 M/ton	1.0 M/Ha
Toronja	8.5 M/ton	0.3 M/Ha
Total	123.8 M/ton	8.3 M/Ha

Fuente: Franco, A. Castillo, S. 2015

En particular, en el caso de México, al 2013, existían 0.4 millones de hectáreas sembradas en cítricos, de las que se producen más de 5.3 millones de toneladas métricas anualmente. Esto, deja al país ocupando el 6to lugar a nivel mundial en producción anual, y como el 4to lugar en superficie de hectáreas plantadas en el contexto internacional. (Franco, A. Castillo, S. 2015)

Ahora bien, en cuanto a la naranja, caso de estudio de análisis técnico económico, México está colocado como el 5to lugar en producción anual a nivel mundial con 4.4 millones de toneladas métricas y el 4to lugar en superficie de hectáreas plantadas. (Franco, A. Castillo, S. 2015)

Por otro lado, los datos referentes a la producción anual por país se ven directamente influidos por la estacionalidad y la región geográfica. En México, se cosechan dos variedades de naranja: valencia y temprana. En la Figura 3 se muestra la estacionalidad por tipo de naranja en nuestro país.

		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
México	Valencia												

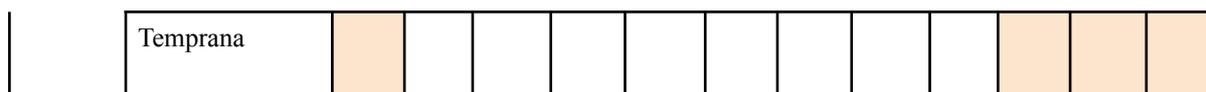


Figura 3. Estacionalidad de la naranja en México. (Fuente: Franco, A. Castillo, S. 2015)

Como se muestra en la gráfica anterior, es evidente que septiembre es el mes de cosecha más bajo. En sí, en el Estado de Nuevo León, la máxima producción se da por la variedad de la naranja temprana, en los meses de octubre a febrero, de tal modo que el 40% de la disponibilidad de cosecha ocurre entre mayo y agosto. (Franco, A. Castillo, S. 2015)

Lo anterior, sin embargo, coloca al país en el lugar 48 en términos de rendimiento de toneladas por hectárea, puesto que en México se producen aproximadamente 13.8 toneladas por hectárea. Mientras tanto, el promedio mundial se encuentra en 17.5 ton/ha. En contraste con nuestro país, Ghana, país que ocupa el primer lugar, tiene un rendimiento de 39.0 toneladas por hectárea, seguido por Sudáfrica con 38.0, y Turquía con un 32.5. (Franco, A. Castillo, S. 2015)

Además de un rendimiento por debajo del promedio, los precios unitarios en México también se encuentran mucho menores a la media. La naranja se vende aproximadamente en 203 USD por tonelada en México, mientras que en países como Estados Unidos y Japón el precio por tonelada es de más de 1100 USD. Asimismo, en cuanto a los precios pagados al productor, los mexicanos pueden recibir cerca de 125 USD por tonelada, cuando en China y los valores económicos por tonelada alcanzan hasta 512 USD. (Franco, A. Castillo, S. 2015)

7.2 Contexto Nacional

Para el 2013, en México había una superficie sembrada de 560 mil hectáreas, de las cuales el 60% corresponden únicamente a la naranja (334,249 Hectáreas), y posteriormente el limón y las limas abarcan el 31%, seguido de un 9% dedicado a mandarina y toronja. (Franco, A. Castillo, S. 2015)

En términos productivos, se cosechan aproximadamente 4,400 miles de toneladas de naranja en México anualmente, dato que se muestra estable en los últimos años. (Franco, A. Castillo, S. 2015)

En el país, el 63% de la superficie citrícola está cultivada de manera que la cosecha es temporal, el resto, se cultiva en condiciones de riego en Michoacán, Tamaulipas, Nuevo León, Colima, Yucatán y Veracruz. (Franco, A. Castillo, S. 2015)

En concreto, la naranja tiene un 26% de superficie de riego en México, y, particularmente en Nuevo León, hay 19,547 hectáreas que son de modalidad de riego, y 5,898 hectáreas de temporal. Lo anterior conforma un 7.9 % de la superficie total sembrada en el país, siendo Veracruz el estado que más extenso se encuentra con un 49.4%. De modo que, Nuevo León posee un 1.8% del territorio citrícola total en modalidad temporal, y un 6.1% en modalidad de riego. (Franco, A. Castillo, S. 2015)

7.3 Caracterización del Problema

Según Cisneros en un artículo para Horticulture International, define como plaga “*cualquier especie animal que el hombre considera perjudicial a su persona, a su propiedad o al medioambiente*”. Menciona además que, la plaga agrícola es “*una población de animales fitófagos*”, o sea, que se alimentan de plantas, “*que disminuye la producción del cultivo, reduce el valor de una cosecha o hace que se incrementen los costos de producción, afectando directamente criterios económicos*”.

Según datos del Fondo Citrícola de Nuevo León (2015), la plaga más predominante en los huertos es la conocida como negrilla (*Capnodium*), presentándose en el 55% de los huertos productivos, siguiendo la plaga de la mosca de la fruta (*Anastrepha Ludens*), teniendo presencia en 38% de los huertos productivos. Existen otras plagas que se presentan en los huertos como el minador de hojas (*Phyllocnistis citrella*), la mosca prieta o negra (*Aleurocanthus woglumi*) o plaga de escamas.

Según Pavón, M. E. (2017), la merma citrícola se define como toda disminución de las características que poseen la fruta u hortaliza después de su cosecha y que se pierden antes de la ingesta final por parte de su consumidor. Algunas de las características que se pueden perder de un fruto u hortaliza son la textura, el color, la firmeza, el valor nutricional, la acidez, entre otros. La merma en cítricos que se presenta en la Zona Citrícola de Nuevo León es de contra desecho, o sea, esta fruta ya no se comercializa, por lo que pasa a su fase de disposición final siendo desechada en lugares no adecuados para ello o enterrada en pozos con cal, como se muestra en la Figura 4 y la Figura 5, para evitar el desarrollo de larvas de mosca de la fruta.



Figura 4. Pozo donde se desecha la merma.



Figura 5. Pozo donde se desecha la merma.

7.3.1 Mosca mexicana de la fruta (*Anastrepha Ludens*)

La *Anastrepha Ludens* es una especie nativa de México y Centroamérica. Las larvas de esta plaga pueden llegar a atacar al menos a 60 variedades de frutas. Particularmente afectan a cultivos de cítricos y mangos, según información de U.S. Department of Agriculture. (U.S. Department of Agriculture, n/a)

La mayoría de las especies se caracterizan por tener un color entre amarillo y marrón en el cuerpo y las alas. Suelen ser un poco más grandes que una mosca doméstica (ver Figura 6).



Figura 6. Mosca mexicana de la fruta. (Fuente: BugGuide)

Las larvas de la mosca de la fruta pueden ser transportadas en las mismas frutas infestadas, por lo que la fruta con plaga de ella debe tratarse con cuidado. Según datos del 2012, la mosca de la fruta fue finalmente erradicada de Estados Unidos, en el Estado de Texas. A partir de ese momento Estados Unidos está considerado libre de mosca de la fruta. (University of Florida, n/a).

Se presenta principalmente en huertos de agricultura, pero también puede ser encontrada en cualquier árbol frutal. La *Anastrepha Ludens* ataca a todas las variedades de cítricos, a excepción de los limones y las limas agrias. La fruta que suele atacar es la toronja, seguido por la naranja que también es fuertemente afectada por este insecto.

Según el portal BugGuide, el insecto es un animal longevo, sus hembras adultas, quienes pueden fecundar hasta 1,500 huevos o más a lo largo de su vida, que puede durar hasta 11 meses. Mientras que los machos pueden vivir hasta 16 meses. Los huevos fecundados pueden eclosionar entre 6 y 12 días. Posteriormente, durante la fase de larva de la mosca, esta vive en la pulpa de la fruta, alimentándose de ella y permaneciendo enterrada en ella entre tres y cuatro semanas. Pueden encontrarse más de un gusano dentro de una sola fruta. Después de

que la fruta cae al suelo y las larvas ya están desarrolladas, estas empiezan a salir a través de agujeros visibles y se hinchan en el suelo. (BugGuide, n/a).

Una plaga de mosca de la fruta no es controlada fácilmente debido a que depende de la etapa en la que se encuentre. Las etapas de huevo de la mosca y de larva, cuando esta se encuentra dentro de la fruta, están a salvo de los tratamientos insecticidas. Por otro lado, en la etapa adulta de la mosca puede ser controlada por un cebo compuesto por un insecticida de contacto que contiene una mezcla de carbohidratos y proteínas. Este cebo se aplica en gotas a la planta de la cual se alimenta la mosca adulta. Sin embargo, la mosca adulta tiene facilidad de movimiento, por lo que puede trasladarse a un árbol no tratado con el cebo en cuestión de días. (University of Florida, n/a).

La fruta atacada puede mostrar signos de punciones de oviposición, pero estos, o cualquier otro síntoma de daño, a menudo son difíciles de detectar en las primeras etapas de la infestación. Puede ocurrir mucho daño dentro de la fruta antes de que se vean síntomas externos, a menudo como redes de túneles acompañados de podredumbre. Las frutas muy dulces pueden producir un exudado azucarado. (Invasive Species Compendium, 2018).

7.3.2 Hongo fumagilla o negrilla

A diferencia de la plaga de la mosca de la fruta, que vive sus primeras semanas enterrada en la misma fruta, la negrilla es un hongo que invade la superficie de la planta como las hojas, frutos, brotes y tallos de la planta, incluso puede afectar bienes aledaños a ella. A grandes rasgos, es un hongo que aparece a consecuencia de invasiones de insectos a la planta.

Un artículo de MNHN expone que la fumagilla es ocasionada por un hongo saprófito, o sea, que obtiene su energía de materia orgánica muerta, que se desarrolla sobre las secreciones azucaradas de insectos, conocidas como “mielada”. Este hongo no infecta el tejido del cultivo, sólo su superficie. (MNHN, n/a).



Figura 7. Apariencia de hoja invadida por hongo fumagilla. (Fuente: Massogarden)

A simple vista, se puede reconocer porque es como una especie de polvo seco negro como si formara una costra. Afecta principalmente a las plantas que son atacadas por insectos picadores que dejan deposiciones con azúcares. (Massogarden, n/a).

En la fase inicial del brote del hongo, que es cuando se logra observar el polvo negro, puede eliminarse sin complicaciones. Conforme pase el tiempo y el hongo se desarrolle más, esta costra negra que se forma comienza a endurecerse y hace más difícil su remoción. A consecuencia de que la planta se encuentre cubierta por una capa negra, impide que la fotosíntesis se realice de la manera correcta, por lo que la planta comienza a perder los nutrientes brindados por la luz solar retrasando la coloración de la planta. (Verdecora, n/a).



Figura 8. Apariencia de negrilla en una naranja.

Según se expone en un artículo de MNHN, el problema de la plaga de fumagina o negrilla, a escala de plantación de huerto, puede controlarse si se eliminan los insectos que excretan “mielada”, ya que es una causa directa al brote del hongo fumagilla. Otras técnicas para controlar el crecimiento de hongo pueden ser el podar árboles que presenten exceso de follaje, esto para permitir una mejor aireación.

7.3.3 Pesticidas y control biológico utilizado utilizados

7.3.3.1 Bromuro de metilo (CH₃Br)

El bromuro de metilo es un producto químico que elimina organismos vivos con los que tiene contacto. Debido a su bajo costo, muchos productores agrícolas lo utilizan para la fumigación. Es un producto dañino para el medio ambiente, debido a que no se degrada con facilidad, por lo que es considerado uno de los responsables del deterioro de la capa de ozono. Por consecuencia, puede acumularse en exceso sobre órganos aprovechables de las plantas cultivadas, por lo cual, si su ingestión supera los 0.3 mg de tolerancia de bromuro de metilo por kilogramo de peso corporal (dato concretado por la FAO) puede traer repercusiones en la salud humana.

Es considerada una sustancia muy efectiva aún en bajas concentraciones, ya que es muy penetrante, además, que su aplicación es muy sencilla. Su tendencia es accionar rápido en el suelo, ya que se disipa rápidamente después del tratamiento. Puede ser usado en suelos con rangos de humedad de temperatura y humedad más amplios que otros fumigantes.

El bromuro de metilo es útil para diferentes aplicaciones, por ejemplo, funciona como fumigante contra insectos, ácaros, nemátodos, hongos, bacterias virus y malas hierbas transmitidas por el suelo. Además, algunos productos para exportación se fumigan con bromuro de metilo, también algunos productos no perecederos, como frutos secos, cereales o maderas, plantas, frutas o verduras, es también aplicado en tratamientos de cuarentena, para desinfección de almacenes, silos y molinos, y en operaciones de preembarque en camiones, barcos y aviones, con el fin de no movilizar plagas accidentalmente. (Infoagro, n/a).

7.3.3.2 Cera Trap

El producto Cera Trap es un control biológico contra la mosca de la fruta compuesto por proteínas hidrolizadas. La evaporación de este producto emite algunos compuestos volátiles, principalmente aminas y ácidos orgánicos, convirtiéndolo en un cebo atrayente para insectos adultos, especialmente para las hembras. Su método de aplicación consiste en colocarse dentro de trampas, en donde se captura y queda atrapada la mosca tal como se muestra en la Figura 9. (Bioiberica, n/a).

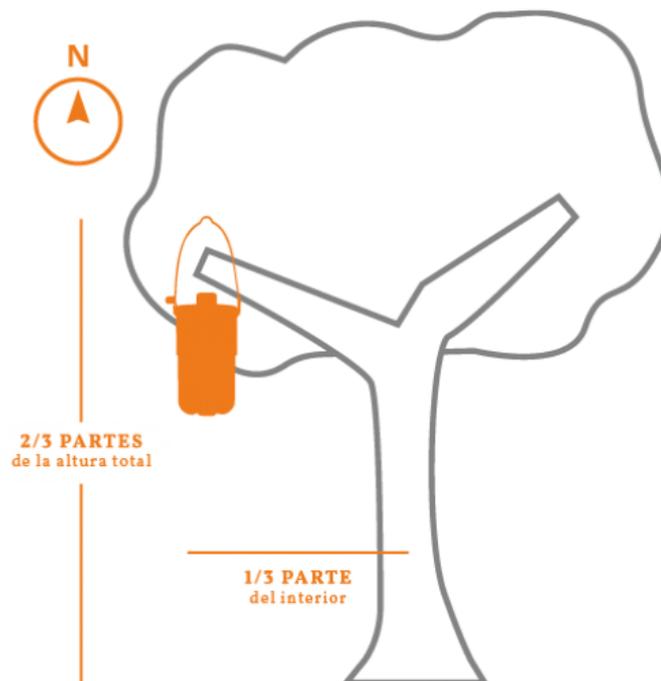


Figura 9. Aplicación de Cera Trap en árbol. (Fuente: Bioiberica)

Por otro lado, el Cera Trap no contiene insecticida, por lo que es amigable con el medio ambiente, es por eso que es considerada una solución ecológica contra las plagas como la de la mosca de la fruta. (Bioiberica, n/a).

7.3.4 Certificados Fitosanitarios en México

Un Certificado Fitosanitario Internacional (CFI) es un requisito para exportar mercancía de origen vegetal. Es un documento que le exige al país exportador comprobar que su mercancía, productos y subproductos, cumplen con los requisitos fitosanitarios del país destino, estos requisitos varían según lo que se desee exportar y el país destino. En el caso de México, los requisitos se basan en normas internacionales para medidas fitosanitarias, en la Ley Federal de Sanidad Vegetal, en Normas Oficiales Mexicanas, en acuerdos de declaratoria de zonas libres o de baja prevalencia y en dispositivos nacionales de emergencia. (Seminis, 2016).

Existen estándares para importación y para exportación de fruta fresca, como lo es la naranja. En México, existe un organismo conocido como SADER (Secretaría de Agricultura y

Desarrollo Rural) antes SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación), el cual, para temas de importación, tiene disponible un módulo en internet llamado “Módulo de Consulta y Requisitos Fitosanitarios para la Importación” o por sus siglas MCRFI. En este módulo, puedes encontrar los requisitos para importación de otros países hacia México. Los requisitos que se presentan dependen del país del que provenga, por ejemplo, para fruta importada por Estados Unidos, se requiere por parte del importador:

1. Certificado Fitosanitario emitido por la autoridad fitosanitaria.
2. Únicamente se autoriza fruta originaria del Estado de California y Texas
3. Para embarques del estado de California, en materia de mosca de la fruta, se requiere:
 - a. Certificado fitosanitario que indique que los frutos del embarque no fueron producidos ni son originarios de áreas reguladas o cuarentenarias para moscas de la fruta.
 - b. Si el material es producido, empacado y/o almacenado en los condados cuarentenados por la presencia de plaga, el producto deberá ser enviado en contenedores cerrados y flejados en origen por la autoridad oficial que emita el Certificado Fitosanitario. El fleje deberá ser abierto al ingresar a México.
4. Para embarques del estado de Texas, en materia de mosca de la fruta, se requiere:
 - a. Certificado Fitosanitario que indique que “Los cítricos en este embarque cumplen con los requisitos y procedimientos señalados en Plan de Trabajo para áreas de baja prevalencia de mosca mexicana de la fruta.”
5. Además, requieren inspección fitosanitaria en el punto de entrada al país. (Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria, 2015).

No obstante, existen productores interesados en exportar internacionalmente, es necesario que consulten los requerimientos publicados por el país destino y, si los requisitos son cumplidos, tramitar un Certificado Fitosanitario Internacional. Estos requerimientos varían dependiendo del país al que se desee exportar y la mercancía que se vaya a comercializar. De manera general, los datos solicitados son datos del trámite, de la mercancía, del exportador, del destinatario, del pago y del transporte.

Por consecuente, en el caso de exportación de México a Estados Unidos, el productor mexicano deberá consultar los requerimientos de Estados Unidos para poder comercializar sus productos hacia ese país. Entre esos requerimientos están alineados al estándar estadounidense 7 CFR 319.56-5, en el cual se destaca el requisito que solicita que la mercancía provenga de una zona libre de plagas. La USDA enlista las zonas libres de plagas en un documento disponible en su plataforma de internet, categorizado las zonas por país. En el caso de México, solicitan que la zona sea libre de plagas, algunas de las más conocidas como la mosca del mediterráneo y la mosca de la fruta. El estado de Nuevo León no es parte del listado de zonas libres de plaga, por lo que no cumple con los requisitos para exportar hacia Estados Unidos. (United States Department of Agriculture, 2018).

7.3.5 Diagrama de Fishbone

Es indispensable encontrar los problemas y causa-raíz de las complicaciones que hoy en día enfrenta la Zona Citrícola. El diagnóstico queda de la siguiente manera:

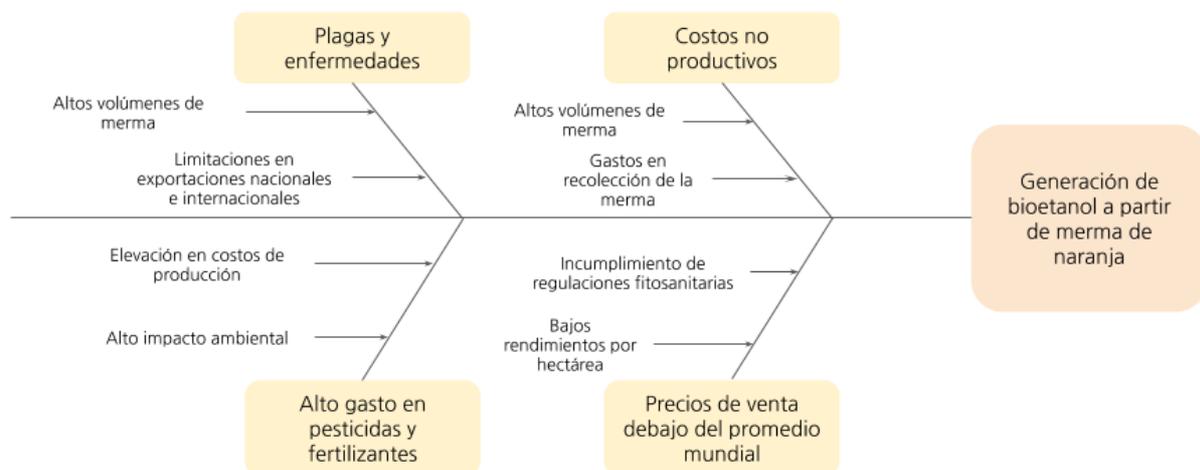


Figura 10. Diagrama de problemas y causas.

Debido al diagrama anterior, se establece que la generación de bioetanol a partir de merma de naranja pudiera solucionar los conflictos que se presentan en la producción citrícola en la actualidad.

Se espera que la obtención de bioetanol pueda disminuir la merma, transformar costos productivos, minimizar el impacto ambiental y generar ingresos o beneficios particulares para los miembros asegurados por el Fondo Citrícola.

7.4 Descripción del Sitio

La Zona Citrícola de Nuevo León, es formada por 30,436 hectáreas, que se encuentran en los Municipios de Allende, Cadereyta, General Terán, Hualahuises, Linares, Montemorelos, Los Ramones y Santiago, en el Estado de Nuevo León, México. Del total de hectáreas de la Zona Citrícola de Nuevo León, 5,110.20 hectáreas son abandonadas y 23,325.44 hectáreas son productivas, de acuerdo con la Figura 13. Se define como hectárea productiva las hectáreas que tienen la capacidad de generar ingreso.

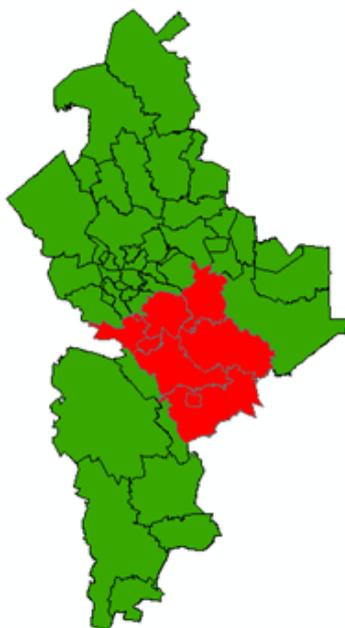


Figura 11. Representación en mapa de la Zona Citrícola de Nuevo León. (Fuente: Fondo Citrícola de Nuevo León, 2015)

En la zona, se cultivan limones, mandarinas, toronjas, y naranjas, siendo este último el cultivo predominante abarcando un 80% de la superficie de las hectáreas productivas, un total de 20,465.97 hectáreas (ver Figura 14).



Figura 12. Huerto de árboles de naranja en la Zona Citrícola de Nuevo León.

De las hectáreas productivas de naranja, existen diferentes especies de árboles, tales como la naranja Valencia abarcando un 68.35% de las hectáreas productivas de naranja, seguida por la naranja Temprana con un 16.09%, la naranja Marrs con 13.94%, y otras especies con 1.61%, donde entran variedades como la naranja Hamlin, Kumquat, Napoles, Navel, Parson Brown, Pineapple y Crio Cubano (ver Figura 15).

Superficie: Hectáreas plantadas (2015)

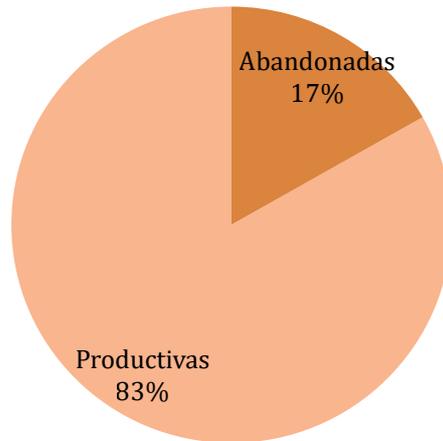


Figura 13. Hectáreas plantadas según productivas y abandonadas. (Fuente: Fondo Citrícola de Nuevo León, 2015)

Superficie: Hectáreas productivas plantadas por cultivo (2015)

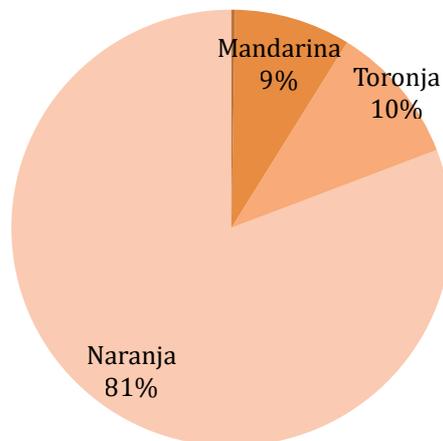


Figura 14. Hectáreas productivas plantadas por cultivo. (Fuente: Fondo Citrícola de Nuevo León, 2015)

**Superficie: Hectáreas
plantadas por especie de
naranja (2015)**

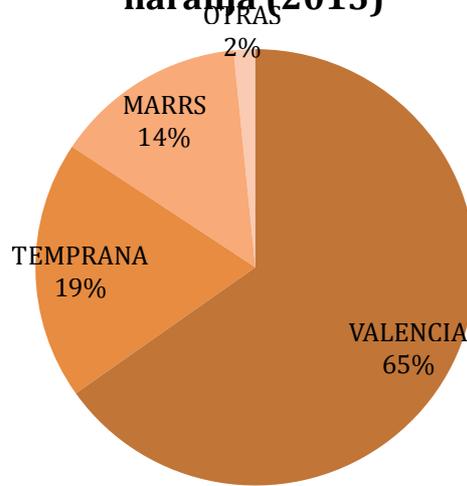


Figura 15. Hectáreas productivas plantadas por especie de naranja. (Fuente: Fondo Citrícola de Nuevo León, 2015)

De acuerdo con las figuras anteriores, se puede concluir que la Zona Citrícola de Nuevo León es una región de gran importancia agrícola y económica debido a su amplia superficie de hectáreas plantadas productivas, destacando su amplia producción de naranja.

Asimismo, en la Zona Citrícola de Nuevo León, hay en total 4,385 huertas, de las cuales 2,884 huertas son productivas y 1,501 huertas están abandonadas. De las huertas productivas, 2,218 tienen plaga y 666 huertas no la tiene. Según datos del 2015 del Padrón Citrícola del 2013-2014, se han reportado huertos que tienen desde una plaga hasta cuatro plagas.

7.4.1 Fondo de Aseguramiento Citricultores de Nuevo León

El Fondo de Aseguramiento es una organización sin fines de lucro que tiene como objetivo principal proteger el patrimonio y la producción citrícola del Estado. Dentro del mismo, existe el Fomento Citrícola, esta organización es productiva y genera recursos. Sin embargo, dichos recursos provienen únicamente de los seguros de aquellos agricultores que decidan voluntariamente pagar la cuota y asegurar su huerto. No se utilizan los recursos para generar ganancias, sino que se dividen de acuerdo con el diagrama mostrado en la Figura 16.

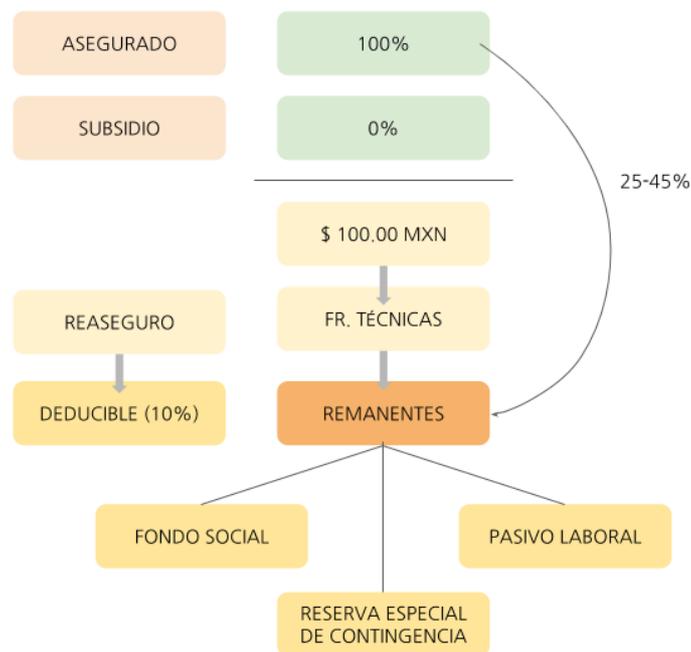


Figura 16. Funcionamiento general del Fondo de Aseguramiento.

El Fondo de Aseguramiento es una empresa de seguros sin fines de lucro, cuyo objeto social es proteger la inversión y el patrimonio en las huertas de sus socios. Constituido el 25 de Marzo de 1998, cuenta con 30 socios fundadores, 114 socios activos, cubre una superficie de 5,632 hectáreas (22.23%, de la superficie productiva del Estado).

El seguro debe ser totalmente cubierto por el citricultor, no tiene ningún subsidio por parte del gobierno. En sí, cada productor debe asegurar su huerto con un 7.6% del valor total de lo que protege. Del 100%, el 10% es deducible, es decir, si en toda la temporada no ocurre ningún siniestro o necesidad utilizarlo, el 10% del valor total del seguro es devuelto al agricultor. La reserva técnica debe juntar el 25% del valor de los asegurados.

El resto es utilizado para cubrir siniestros o como remanente. Los remanentes, que suelen ser entre un 25-45% del valor total, pueden ser destinados para el Fondo Social, una Reserva Especial de Contingencia y para Pasivos Laborales. De tal modo que, de los remanentes:

- El 70% se destina al Fondo Social, el cual reduce el costo de la prima-seguro proporcionalmente a lo que se utilizó. Además, cabe recalcar que el Fondo Social puede generar sub-empresas con fines de lucro.
- 25% del total de remanentes se destina a la Reserva Especial de Contingencia.
- 5% es requerido para los Pasivos Laborales y liquidación de personal.

Asimismo, en la Figura 17 se muestra un esquema básico de las diferentes formas en las que puede haber remanente del valor del seguro.



Figura 17. Gestión de remanentes por ciclo.

Como se aprecia en la figura anterior, la variabilidad de los remanentes se debe a ocurrencia de siniestros y fenómenos que requieran del seguro a lo largo de las temporadas.

En la Tabla 3 se muestra el historial de cosecha de naranja del Fondo de Aseguramiento de las últimas siete temporadas. Se concluye que se estima un promedio de 3,308.73 toneladas de merma de naranja por temporada, aproximadamente. Actualmente, esta merma es de contra desecho, o sea, no genera un costo productivo al productor de la huerta.

Tabla 3. Historial de cosecha de naranja de las últimas siete temporadas, del total de la Zona Citrícola de Nuevo León y de los asegurados por el Fondo de Aseguramiento.

Temporada	Total de la ZCNL		Solo asegurados	
	Cosecha (toneladas)	Merma aproximada (considerando el 9%) (toneladas)	Cosecha asegurada (toneladas)	Merma aproximada (considerando el 9%) (toneladas)
2012-2013	293,071.00	26,376.39	N/D	N/D
2013-2014	306,270.00	27,564.30	N/D	N/D
2014-2015	311,972.00	28,077.48	N/D	N/D
2015-2016	328,503.00	29,565.27	N/D	N/D
2016-2017	335,109.00	30,159.81	28,748.00	2,587.32
2017-2018	371,518.00	33,436.62	41,095.00	3,698.55
2018-2019	256,565.00	23,090.85	40,448.00	3,640.32
Promedio 2012 a 2019	324,407.17	29,196.65	36,763.67	3,308.73

Fuente: Fondo de Aseguramiento, 2019.

Actualmente, en cuanto a la situación de la temporada actual del Fondo de Aseguramiento, existe una suma asegurada total de \$ 30,165,600.00 MXN de cosecha de naranja, de acuerdo a las hectáreas aseguradas en el periodo 2019-2020.

Existen costos operativos por parte de un productor asegurado, algunas de las operaciones comunes a llevar a cabo durante la temporada se presentan en la Tabla 4.

Tabla 4. Porcentaje de costos operativos de los insumos y operaciones por hectárea asegurada.

Insumo o labor	Porcentaje del costo operativo
Fertilizante	26.65%
Rastreo	3.48%
Riego	12.71%
Aplicación de fertilizante	0.88%
Aplicación de fertilizante	1.40%
Insecticidas	13.09%
Fungicidas	12.09%
Adherente	2.74%
Aplicación de insecticida	2.80%
Campaña fitosanitaria	1.95%
Reposición de fallas	0.87%
Acaricida	1.07%
Aplicación de acaricida	0.88%
Chapoleo	4.43%
Poda	5.15%
Herbicidas	3.11%
Aplicación de herbicidas	2.27%
Desbrote y acalareo	3.06%
Aplicación de fungicidas	1.40%
TOTAL	100.00%

Fuente: Fondo de Aseguramiento, 2019.

7.5 La Biomasa y sus Oportunidades

Aquella materia orgánica que proviene de organismos vivos y sus respectivos desechos, ya sea de origen vegetal o animal se conoce como biomasa. (Salinas, E., Gasca, V. 2009). Existen distintos tipos de biomasa según su origen. En la Tabla 5, se presentan las características de dichas variaciones.

Tabla 5. Tipos de biomasa.

Tipos de Biomasa	Características
<i>Biomasa primaria</i>	Materia orgánica que proviene de las plantas y vegetales, con sus residuos agrícolas y/o forestales. Se utiliza también para la alimentación animal.
<i>Biomasa secundaria</i>	De origen animal, incluye la materia fecal o su misma carne.
<i>Biomasa terciaria</i>	Se produce debido a quienes se nutren de biomasa secundaria; restos de animales carnívoros que se alimentan de herbívoros.
<i>Biomasa natural</i>	Proviene de ecosistemas silvestres.
<i>Biomasa residual</i>	Residuos agrícolas y forestales o desechos de la actividad humana.
<i>Cultivos energéticos</i>	Aquellas tierras y cultivos designados para producir biocombustibles.

Fuente: Salinas Callejas, Edmar; Gasca Quezada, Víctor (2009) Los biocombustibles. El cotidiano. Distrito Federal. Revista.

Para fines del presente estudio, el enfoque se centra en la biomasa residual y los cultivos energéticos definidos anteriormente. A partir de estos, es posible producir biocombustibles en forma líquida para fines energéticos.

7.6 Biocombustibles

Generar bioenergía consiste en el aprovechamiento de materia orgánica para la producción de biocombustibles. Éstos pueden ser alcoholes, éteres, ésteres o productos químicos que están compuestos de celulósica, es decir, biomasa en cualquiera de sus formas explicadas anteriormente. (Salinas, E., Gasca, V., 2009)

Según el tipo de proceso que conlleve la materia prima y dependiendo sus propiedades fisicoquímicas, se pueden producir diferentes tipos de biocombustible.

En la Tabla 6, se describen los tipos de procesos para la generación de biocombustibles en general.

Tabla 6. Procesos de obtención de biocombustibles.

	Técnicas	Productos	Aplicaciones
<i>Mecánicos</i>	Astillado Trituración Compactación	Leñas Astillas Briquetas Aserrín	Calefacción Electricidad
<i>Termoquímicos</i>	Pirólisis Gasificación	Carbón Aceites Gasógeno	Calefacción Electricidad Transporte Industria química
<i>Bioteconológicos</i>	Fermentación Digestión anaeróbica	Etanol Biogás	Transporte Industria química Calefacción Electricidad
<i>Extractivos</i>	E x t r a c c i ó n físicoquímica	Aceites Ésteres Hidrocarburos	Transporte Industria química

Fuente: Salinas Callejas, Edmar; Gasca Quezada, Víctor (2009) Los biocombustibles. El cotidiano. Distrito Federal. Revista.)

Debido a que el objetivo del proyecto consiste en producir bioetanol a partir de mermas de naranja, los procesos de tipo biotecnológico, el cual utiliza biomasa para la generación de combustibles son aquellos en los que el estudio técnico económico se enfoca.

Asimismo, además de establecer el tipo de proceso, primeramente, es necesario definir el concepto de etanol, sus características, funcionamiento y proceso para poder producirse.

7.7 El Etanol y sus Características Generales

El etanol es un biocombustible que se puede producir a partir de un proceso de fermentación de azúcares provenientes de la biomasa o de procesos y reacciones químicas de etileno y vapor. (ESRU, n/a) Cuando se deriva de azúcares derivadas de plantas o biomasa, se le denomina bioetanol, sin embargo, tiene la misma fórmula molecular y estructural. que el etanol. (B.M. Masum et al., 2012)

Es necesario el alto contenido de azúcares como sacarosa, almidón o hemicelulosa para la conversión por medio de la fermentación. (Virreira, J, 2014)

Como se ha mencionado anteriormente, el bioetanol proviene de biomasa, la cual incluye, pero no se limita, al trigo, maíz, caña de azúcar, melaza, frutas, girasoles, papa, cáñamo, pastos, algodón o cualquier otra fuente de azúcar o almidón para producir brebajes alcohólicos. (Visioli, Luiz J., et. al., 2014) (B.M. Masum et al., 2012)

En cuanto a las características fisicoquímicas del etanol, su nombre científico es etanol o alcohol etílico (C_2H_5OH) y se trata de un líquido transparente muy bajo en toxicidad, neutro, volátil, inflamable y oxigenado. Es completamente biodegradable y una vez que ocurre su combustión, deja como residuos agua (H_2O) y dióxido de carbono (CO_2). (B.M. Masum et al., 2012)

7.7.1 Combustible bioetanol

Se puede utilizar como combustible alternativo si éste es mezclado con gasolina. La mezcla más común es de 90% gasolina con un 10% de etanol (E10). Dicha composición también puede favorecer al calentamiento global debido a que el combustible se oxigena mejor con el etanol, de modo que se queme por completo y expida menos emisiones de carbono a la atmósfera. Esto se debe a que el etanol tiene un número más alto de octanos (106-110) contra (91-96) que posee la gasolina y a que permite que, en combinación, se combusione en menor tiempo y con menores explosiones dentro del motor. (H. Zabed, 2015)

En términos generales, el etanol es más reactivo que la gasolina, puesto que contiene radicales hidroxilos en su fracción polar y cadenas de carbono como la fracción no polar. En otras palabras, este combustible puede ser disuelto tanto en sustancias no-polares, como la gasolina, y polares, como el agua misma. (B.M. Masum et al., 2012)

Asimismo, cabe mencionar que los automóviles convencionales pueden hacer uso de la composición de E10 sin sufrir alteraciones o daños en su sistema interno. (Dwyer, S., et. al., n/a)

7.7.2 Clasificaciones del etanol

En realidad, debido a que se puede producir a partir de distintos tipos de materia orgánica, se le clasifica en tres categorías (Visioli, Luiz J., et. al., 2014) (B.M. Masum et al., 2012):

1. Azúcares (caña de azúcar, azúcar de remolacha, sorgo y frutas),
2. Almidón (papa, arroz, trigo, maíz, cebada)
3. Lignocelulosas (residuos, madera, paja, pastos y aserrín).

En otras palabras, las categorías anteriores se dividen principalmente en combustibles de primera generación y de segunda generación.

- *Primera Generación:* Consiste en etanol compuesto de biomasa de azúcares y/o biomasa de almidón.
- *Segunda Generación:* Etanol generado a partir de materia orgánica lignocelulosa.
- *Tercera Generación:* Existe una nueva generación en la que el etanol se puede producir a partir de algas marinas.

8.7.3 La materia orgánica lignocelulosa

La biomasa de lignocelulosa está conformada por celulosa, hemicelulosa que se encuentran interconectadas a través de lignina y otros nutrientes que carecen de estructura. (D. Carrillo-Nieves et al., 2018)

En general, para que a cierta materia orgánica se le denomina lignocelulosa debe contener hasta 50% de celulosa y no más de 32% de celulosa, puesto que son los sustratos de los que depende el proceso de esta clasificación de etanol. La lignina, que alcanza valores de hasta 25% no contiene ningún tipo de carbohidrato, por lo tanto, no sirve para la generación de etanol. (D. Carrillo-Nieves et al., 2018) Este tipo de biomasa puede provenir de cuatro diferentes fuentes:

- Residuos agrícolas

- Residuos forestales
- Cultivos energéticos
- Residuos de celulosa

La merma de cáscara de naranja, la cual es el caso de estudio de la presente investigación, está conformada por un 13.6% de Celulosa, 6.10% de Hemicelulosa y 2.1% de Lignina. En otras palabras, el etanol que podría producirse a partir de la naranja se clasifica, en general, como de materia orgánica lignocelulosa. (D. Carrillo-Nieves et al., 2018)

Para fines eficientes, la biomasa residual de lignocelulosa es la forma más conveniente y amigable con el medio ambiente. De esta manera, se pueden aprovechar los desechos para transformarlos en energía sin tener que utilizar alimentos ni tierras designada para la generación de algún tipo de combustible. Además, es uno de los recursos más abundantes, actualmente, en nuestra Tierra. (Visioli, Luiz J., et. al., 2014)

Sin embargo, aún si es la forma más atractiva, como se ha mencionado anteriormente, a diferencia de otros tipos de biomasa, la conversión de azúcares a combustible conlleva un forzoso pre-tratamiento de la materia y un proceso de fermentación de la glucosa. (Visioli, Luiz J., et. al., 2014) (Zabed, H., et al., 2017)

7.7.4 Proceso para la generación de combustible etanol de lignocelulosa

Para poder producir el etanol es necesario que los azúcares de la materia primera sean fermentados y posteriormente destilados en un biorreactor. Sin embargo, el proceso completo conlleva los siguientes pasos:

1. Molienda - Reducción de tamaño
2. Pretratamiento
3. Hidrólisis enzimática
4. Fermentación
5. Destilación o recolección del producto

6. Rectificación



Figura 18. Proceso para la generación de etanol de lignocelulosa.

No obstante, existen procesos que ocurren en conjunto, lo cual deja que el proceso para la generación de etanol ocurra en tres principales etapas: pretratamiento, fermentación y destilación (ver Figura 18).

La primera etapa consiste en un pretratamiento que permita romper estructuras de calcio u otros agentes que puedan inhibir los sustratos de la materia orgánica. Después es necesario hidrolizar los polisacáridos a azúcares fermentables y, finalmente, transformar esa fermentación en etanol. (Huang, R. et al. 2011)

7.7.4.1 Pre-tratamiento

El pretratamiento de la materia orgánica lignocelulosa puede ocurrir por métodos químicos, físicos, fisico-químicos o biológicos. En la Tabla 7 se muestran las distintas formas de pretratamiento que están disponibles en el mercado comercial.

Tabla 7. Métodos de pretratamiento para la biomasa lignocelulosa.

Método	Actividad
<i>Químico</i>	Ácidos Bases combinadas para agentes oxidantes Solventes orgánicos Ozonólisis Líquidos iónicos
<i>Físico</i>	Irradiación Molienda Transformación a polvo Extrusión
<i>Fisicoquímico</i>	Agua caliente Explosión por vapor Explosión por CO ₂ Explosión por Fibra de Ammonio
<i>Biológicos</i>	Hongos xilófagos Hongos marinos

Fuente: D. Carrillo-Nieves et al. 2018.

De cualquier manera, es de suma importancia que el pretratamiento sea capaz de romper estructuras de lignino y permitir que la materia orgánica pueda recibir un proceso de hidrólisis para continuar con el proceso de fermentación.

Regularmente, cada proceso se realiza de forma simultánea, aunque también es posible que los procesos sean integrados. (D. Carrillo-Nieves et al. 2018) Lo anterior se debe a que, tanto la hidrólisis como la fermentación requieren de microorganismos vivos.

7.7.4.2 Hidrólisis y Fermentación de azúcares

Para lograr la fermentación, existen cuatro diferentes procesos industriales por los cuales se puede llegar a obtener los azúcares necesarios para destilar el etanol: discontinuo, continuo, discontinuo alimentado y semi continuo. (Jain, A., Chaurasia, S. P., 2014)

El primero, por operación discontinua, los sustratos y levaduras se introducen en el biorreactor en conjunto con los nutrientes. No requieren mucha mano de obra ni esterilización previa y es más fácil de administrar la operación. Además, la fermentación

discontinua brinda gran flexibilidad porque no necesita un reactor en particular para llevar a cabo el proceso. (Jain, A., Chaurasia, S. P., 2014)

Por otro lado, en la fermentación continua, los nutrientes, levaduras y sustratos son bombeados de forma constante hacia el reactor en el que el microorganismo se encuentra. Dicho proceso es capaz de producir volúmenes altos y, por ende, precisa de un reactor pequeño y con menores costos de inversión y operación. Sin embargo, se debe considerar que las levaduras necesarias para el sistema de bombeo requieren estar en condiciones anaeróbicas durante un largo tiempo para habilitar la síntesis del etanol. (Jain, A., Chaurasia, S. P., 2014)

En la operación discontinua alimentada, la substancia con los sustratos, levaduras y vitaminas y minerales, se añaden en intervalos de tiempo constante y, a su vez, se elimina su residuo en forma discontinua. Dicha intervención por intervalos previene que los sustratos se inhiban y genere mayor productividad de fermentación. Es de suma importancia que el volumen permanezca constante ante las variaciones entre entradas y salidas. (Jain, A., Chaurasia, S. P., 2014)

Por último, en el proceso semi-continuo de fermentación, una parte de los cultivos de levadura son retirados por intervalos y se agregan algunos un tanto más fresco. (Jain, A., Chaurasia, S. P., 2014)

Ahora bien, también existen seis procesos más específicos en los cuáles se lleva a cabo tanto la hidrólisis como la fermentación, puesto que son co-dependientes.

En la Tabla 8 se muestran los tipos de hidrólisis y fermentación con su descripción general de en qué consiste cada proceso.

Tabla 8. Procesos alternos para la producción del etanol de lignocelulosa.

Nombre	Nomenclatura	Descripción
Hidrólisis y fermentación separada	SHF	La biomasa se hidroliza con un proceso enzimático para liberar la glucosa y, posteriormente, produce etanol con los azúcares fermentados.
Hidrólisis y co-fermentación separada	SHCF	La hemicelulosa y celulosa son hidrolizadas en vertientes separadas. Después, los azúcares pentosos y hexosos se fermentan juntos.
Sacarificación y fermentación simultánea	SSF	Transforma la glucosa por medio de enzimas y transforma a etanol por medio de levaduras de forma simultánea. Previene la inhibición de azúcares.
Pre-sacarificación seguida de sacarificación y fermentación simultánea	PSSF	Las enzimas se añaden a la materia orgánica pre-tratada para comenzar el proceso de sacarificación y, horas después, se añade un microorganismo justo cuando la glucosa de empieza a formar.
Sacarificación y co-fermentación simultánea	SSCF	Se utiliza un solo microorganismo para fermentar la hexosa y pentosa. Tanto la hidrólisis como la fermentación se llevan a cabo en el mismo reactor. Alto rendimiento de etanol en poco tiempo.
Bioprosesamiento consolidado	CBP	Conlleva realizar casi todo el proceso del bioetanol en el mismo reactor. Un solo microorganismo produce las enzimas, el azúcar y el etanol. No requiere un pretratamiento. Sin embargo, es un proceso tardado y el rendimiento del etanol es menor del promedio.

Fuente: D. Carrillo-Nieves et al. 2018.

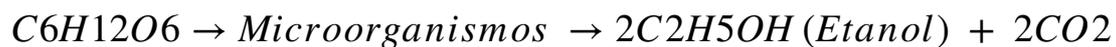
Entonces, para que ocurra cualquier sistema o proceso de fermentación para la generación del etanol, es necesario que existan microorganismos en la reacción para que funcionen como catalizadores. (Babu, V. et al., 2013)

8.7.5.2.1 Microorganismos

Ocurre, a grandes rasgos, a través de la siguiente manera:

Azúcar(es) → Microorganismos → Etanol + Subproductos

Con base en lo anterior, el azúcar es convertida en etanol de acuerdo a lo siguiente:



Entonces, si son indispensables estos agentes catalizadores, se deben conocer cuáles microorganismos se deben utilizar.

En su mayoría, para los sistemas de fermentación se utilizan hongos, bacterias o levaduras. En cualquier caso, para que funcionen de manera óptima en la operación, los microorganismos deben tener las siguientes características (Babu, V. et al., 2013):

- crecimiento y fermentación acelerados.
- alto rendimiento de etanol
- alta tolerancia al etanol y la glucosa
- osmotolerancia
- pH bajo óptimo para fermentación
- temperatura alta óptima
- dureza ante estrés fisiológico
- tolerancia a inhibidores de sustratos

A continuación, se describen los posibles microorganismos que pueden ser utilizados durante los procesos de fermentación para catalizar la reacción.

Levaduras

Estos microbios son los más comunes en los diferentes sistemas de fermentación y pueden ser los siguiente:

- *S. cerevisiae*
- *S. ellypsoidese*
- *S. fragilis*
- *S. carlsbergensis*
- *Schizosaccharomyces pombe*

- *Torula cremoris*
- *Candida pseudotropicalis*

La primera en la lista, *S. cerevisiae*, es la levadura más utilizada en estas operaciones y se debe principalmente a que puede crecer en azúcares hexosas simples, es decir, glucosa o sacarosas. Pero, tiene el defecto de carecer la capacidad de fermentar pentosas, como la xylosa y arabinosa.

Bacterias

Existen múltiples bacterias disponibles para la producción de etanol, pero la más común es conocida como *Zymomonas mobilis*. Esta es una bacteria gramnegativa que tolera hasta 12% de etanol. Tiene un rendimiento parecido al de la levadura *S. cerevisiae*, pero 2.5 veces mayor productividad de etanol.

Hongos filamentosos

Los mohos más comunes para la conversión de etanol son:

- *Fusarium*,
- *Mucor*
- *Monilia*
- *Rhizopus*
- *Ryzupose*
- *Paecilomyces*

La mayoría muestran altas productividades en cuanto a conversión de la glucosa, xilosa y hydrolyzate. Pero no suelen ser la primera opción cuando trata de utilizar microorganismos para la hidrólisis y fermentación. (Babu, V., et al., 2013)

7.7.4.3 Destilación

La última etapa para la producción de bioetanol consiste en llevar un proceso de destilación. En otras palabras, la sustancia que se fermenta debe ser calentada hasta que sus

componentes volátiles se vuelvan vapor. Posteriormente, se enfría ese vapor para poder obtener aquellos elementos en forma líquida condensada. (Virreira, J., Góngora, A., 2014)

7.8 Marco Regulatorio en México

Dada la naturaleza del proyecto sobre la producción del bioenergético, etanol, es indispensable conocer y analizar la normativa mexicana que regula dicha actividad y sus derivados.

Los organismos que regulan los bioenergéticos son los siguientes:

- Secretaría de Energía (SENER)
- Comisión Reguladora de Energía (CRE)
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)

La legislación aplicable directamente a los bioenergéticos consiste principalmente en la Ley de Promoción y Desarrollo de los Bioenergéticos (2008) y su respectivo Reglamento (2009). Asimismo, las autoridades a quienes les compete la producción y regulación de los bioenergéticos están estructurada de la siguiente manera:

- La interpretación administrativa y la aplicación directa de la Ley de Promoción y Desarrollo de los Bioenergéticos queda bajo la jurisdicción del poder Ejecutivo Federal, por medio de la Secretaría de Energía, la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación y la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, en el ámbito de sus competencias.
- La Comisión de Bioenergéticos, la cual se encuentra conformada por aquellos titulares de la SAGARPA, SENER, SEMARNAT, la Secretaría de Economía y la Secretaría de Hacienda y Crédito Público.
- Las actividades y servicios relacionados con la producción, el almacenamiento, el transporte y la distribución por ductos, así como la comercialización de Bioenergéticos, deben requerir de un permiso previo otorgado por la SENER. (Secretaria General, 2008).

Ahora bien, en la Ley de Promoción y Desarrollo de los Bioenergéticos se estipula que la autoridad correspondiente a otorgar permisos es la SENER.

“Art. 14, segundo párrafo. A la SENER, de conformidad con la Ley, el presente Reglamento y las demás disposiciones que resulten aplicables, le corresponde otorgar los permisos para la producción, el almacenamiento, el transporte y la distribución por Ductos, así como la comercialización de Bioenergéticos. Los permisos para el transporte y la distribución por Ductos se otorgarán por conducto de la Comisión Reguladora de Energía.” (LPDB, 2008)

“Artículo 25.- El otorgamiento de permisos por parte de la SENER se ajustará a lo establecido en la Ley, en este Reglamento, en los criterios y lineamientos a que se refiere el artículo 12, fracción IV de la Ley y en las demás disposiciones que resulten aplicables. Los criterios y lineamientos relativos al transporte y a la distribución por Ductos serán emitidos por conducto de la Comisión Reguladora de Energía.” (LPDB, 2008)

“Artículo 26.- El permiso de producción de Bioenergéticos será otorgado para realizar las actividades y procesos necesarios para la transformación en combustibles de la biomasa proveniente de materia orgánica de las actividades agrícola, pecuaria, silvícola, forestal, acuicultura, algacultura, residuos de la pesca, residuos domésticos, residuos comerciales, residuos industriales, de microorganismos y de enzimas, así como de sus derivados.” (LPDB, 2008)

A continuación, se describen los permisos que otorga y requiere la SENER para la producción, venta y transporte de bioenergéticos.

1. Permiso que otorga la SENER para producir etanol anhidro y biodiesel puros.

Para poder producir bioenergéticos, es indispensable contar por un permiso que es autorizado por la Secretaría de Energía (SENER), el cual tiene un costo de \$15,518.00 MXN. (SENER, 2019)

2. Solicitud de permiso para la venta al mayoreo de bioenergéticos

Asimismo, dicha venta de etanol requiere un permiso otorgado por la SENER que también involucra un trámite con papelería y un costo de \$ 15,518.00 MXN para el derecho de la comercialización de bioenergéticos. (SENER, 2019)

Este trámite otorga la oportunidad de vender en uno o más lugares fijos o venta al mayoreo, pero no constituye un permiso para la venta minorista ni al público.

3. Solicitud de permiso para el transporte de bioenergéticos

Este permiso incluye todo el manejo y transporte de los bioenergéticos por cualquier medio terrestre (excepto ductos) después de su producción. También involucra un pago de derechos de trámite por \$15,518.00 MXN.

No obstante, dado que la Comisión Reguladora de Energía (CRE) también es una autoridad regulatoria de la normativa mexicana referente al desarrollo de los bioenergéticos, es importante diferenciar los alcances que tiene la CRE sobre la SENER.

A continuación, se muestra una tabla comparativa sobre los límites que corresponden regular a cada organismo.

4. Aviso de inicio de operaciones para las actividades de los permisionarios de bioenergéticos

El trámite gratuito consiste meramente en avisar a las autoridades de la SENER de que el ciudadano/persona moral, se encuentra listo para iniciar actividades y operación.

5. Aviso de exención para tramitar el permiso para la producción de bioenergéticos

Este es otro trámite sin costo que permite a investigadores, centros de investigación, universidades, y el sector académico en general con fines de desarrollo e investigación, así como a los pequeños productores de bioenergéticos para su autoconsumo.

Tabla 9. Acuerdo para las actividades de la SENER y la CRE.

SENER	CRE
Otorgar y revocar permisos para la producción, el transporte por medios distintos a ductos y la comercialización de los bioenergéticos puros.	Regular, supervisar y expedir disposiciones de aplicación general, así como permisos para llevar a cabo actividades de transporte por ductos, almacenamiento, distribución y expendio al público de bioenergéticos que se encuentren en estado puro para ser mezclados con petrolíferos, o bien, ya mezclados con hidrocarburos, petrolíferos o petroquímicos.
Expedir y vigilar la regulación técnica, lineamientos y demás disposiciones administrativas de carácter general que establezcan la calidad y características de los bioenergéticos puros, incluyendo el etanol, la bioturbosina, el biogás y el biodiesel.	Expedir y vigilar la regulación técnica, lineamientos y demás disposiciones administrativas de carácter general que establezcan la calidad y características de los bioenergéticos que, por la composición de la mezcla correspondiente, se consideren hidrocarburos, petrolíferos o petroquímicos, de conformidad con las disposiciones que al efecto se emitan.

Fuente: DOF, 2018.

Se encontró que la Norma Oficial Mexicana 016 de la Comisión Reguladora de Energía (CRE), si permite la venta de etanol y su uso mezclado con gasolina en todo el país. Sin embargo, se prohíbe estrictamente en las zonas metropolitanas del Valle de México, Guadalajara y Monterrey. (Rivas, J. 2018)

“(4) Se prohíbe el uso de etanol en la ZMVM, ZMG y ZMM. Se permite un contenido máximo de 5.8 % en volumen de etanol anhidro como oxigenante en gasolinas Regular y Premium, en el resto del territorio nacional, en cuyo caso, por las características fisicoquímicas de este aditivo, debe ser mezclado durante la carga de los autotankers en las instalaciones de almacenistas y distribuidores en el punto más cercano previo al expendio al público.” (DOF, 2019)

“(6) Cuando se importen Gasolinas para mezcla final o produzcan en territorio nacional gasolinas Premium y/o Regular, y se vayan a aditivar con etanol como oxigenante, se deberá estar a lo dispuesto en el numeral 4.1 de la Norma relativo a la Gasolina para mezcla final.” (DOF, 2016)

Capítulo 3. Desarrollo de Análisis Técnico Económico

8. Desarrollo

8.1 Entrevistas de Campo

Para tener un conocimiento más amplio sobre detalles y situaciones que ocurren en la Zona Citrícola del Estado y se deben considerar para el estudio, se realizaron varias visitas al Fondo de Aseguramiento, y dos entrevistas cualitativas con productores de huertos del municipio de Montemorelos.

8.1.1 Fondo de Aseguramiento Citrícola de Nuevo León

En cuanto a las visitas al Fondo de Aseguramiento, debía existir una relación estrecha con los ingenieros administradores de la organización para poder entender los conceptos más básicos referentes a la comunidad de citricultores y su entorno. Además, proporcionaron información cuantitativa y estadística sobre la producción, venta y postventa de las naranjas que se originan de la Zona Citrícola de Nuevo León. Si se desea consultar la primera entrevista al personal de fondo de aseguramiento, ver Anexo 1 en el Capítulo 5.

8.1.2 Productores de Nuevo León

Por otro lado, las entrevistas con los productores de cítricos del municipio de Montemorelos tenían los siguientes objetivos:

- Validar la información estadística obtenida.
- Investigar situaciones, experiencias y circunstancias personales.
- Introducir el tema de la generación de bioetanol a partir de la merma de naranja.

De tal modo que, para poder obtener la información deseada de los citricultores, se realizaron las siguientes preguntas guía para las entrevistas:

1. ¿Cuáles son los siniestros más comunes?
2. ¿Cada cuánto ocurren?
3. ¿Cuánto cosecha cada temporada?

4. ¿Cuánto y cuándo ocurre la temporada para naranja?
5. Actualmente, ¿recoges tu merma y la dispone en un lugar seguro? ¿Dónde?
6. ¿Cómo identifica la merma? ¿Cuáles son sus características comunes?
7. ¿Quién se encarga de levantar su merma?
8. ¿Cuál es el costo?
9. ¿Dónde hay centros de recolección de merma?
10. Problemas más comunes con la cosecha de naranja
11. Problemas más comunes con la merma de naranja (Mencionar si además de la plaga consideran algunos otros problemas, mal olor, enfermedades, etc)
12. ¿Estaría dispuesto a levantar la merma y asumir el costo a fin de luego obtener ciertos beneficios?
13. ¿Quién recoge la merma?
14. ¿Qué se le ocurre que pudiera hacerse con la merma de naranja?
15. ¿Qué beneficios le serían de ayuda para tu producción de naranja?
16. ¿Qué obstáculos le encuentra a la recolección de merma?
17. ¿Qué objeciones tienes respecto a la generación de bioetanol con la merma? Justifique su respuesta.
18. ¿Cómo pudiera volverse más funcional para usted?
19. ¿Cuánto gasta en combustible para la maquinaria? (Favor de especificar en la cantidad en litros y la cantidad en términos monetarios).
20. ¿Cuántos equipos/maquinaria maneja actualmente? En liste un aproximado de cuáles son.
21. ¿Qué tanto les afecta no poder exportar por falta de cumplimiento fitosanitario?
22. ¿Cuánto tiempo llevan con plagas y sin poder exportar?

En una segunda visita con los productores asegurados por el Fondo de Aseguramiento, se realizaron preguntas más puntuales con relación a la merma de naranja en sus huertos, principalmente la información que se buscaba obtener era con base a las siguientes preguntas:

1. ¿Cada cuánto tiempo hay merma? Describir la temporalidad con relación a la temporada de cosecha.
2. ¿Cada cuánto tiempo la recogen y/o cuántas veces a la temporada?
3. ¿Existe alguna temporada de ausencia de merma?
4. Aproximadamente, ¿cuántos viajes hacen para retirarla de los huertos y/o cuál es el costo involucrado de esta operación?

Como se ha mencionado, las preguntas anteriores sirvieron meramente como guía para dar hincapié a otros aspectos y fenómenos que enfrentan los citricultores de manera cotidiana en los huertos.

8.1.3 Testimonios

Para ver la entrevista completa detallada, ver Anexo 2 y Anexo 3 en el Capítulo 5.

Primeras entrevistas

Ing. Jaime García

El ingeniero Jaime García además director del Comité de Sanidad Vegetal de Nuevo León, es productor de sus propias huertas hace 25 años con 20 hectáreas cultivadas, cosechando en promedio al año 600 toneladas. En el tema de siniestros mencionó que los más comunes son las heladas o incluso granizo, como las que hubo en 1968, 1983 y 1989, que fueron heladas fuertes y, además, mencionó otro siniestro a conocido como antracnosis, un fenómeno donde se cae la flor y entonces ya no se desarrolla el fruto.

Además, el ingeniero platicó un poco acerca de su situación con plagas, afirmando que un huerto que no controla su plaga de mosca de la fruta puede llegar a tener hasta un 50% de merma en el cultivo. En su caso, él tiene tres años utilizando “Cera Trap”, el cual, es una proteína hidrolizada enzimática, que atrae a la mosca de la fruta.

Un método que él utiliza para identificar fruta con mosca de la fruta es, recogiendo la fruta caída y partiéndola, un método muy evidente pues al partirla puedes observar dentro la larva de la mosca de la fruta. Otro método un poco más visual, en su experiencia, es cuando en etapas tempranas de la temporada, se observa la fruta de los árboles que están en cierta etapa de su madurez, y en los casos que identifica algunas frutas que estén más maduras que las demás, es porque están infectadas por larva de la mosca de la fruta en su interior. En el caso del ingeniero, su huerta está libre de mosca de la fruta hace cuatro años, tardó en limpiar su huerto un año y mantuvo hospedada la plaga en él por mucho tiempo, aproximadamente entre

30 y 35 años. Su método de eliminación fue la aplicación de “Cera Trap” y cuidando su huerto, recolectando la fruta caída, independientemente de que este infectada o no.

En cuanto a la plaga de la negrilla, mencionó que realmente no tiene un efecto negativo en la naranja, únicamente en su apariencia estética. Incluso afirmó que, al rasparse la cáscara debido al hongo fumagilla, la fruta se deshidrata un poco y los azúcares se concentran más, por lo que es más rica y puede ser útil para jugueras. A pesar de que esta plaga no tenga repercusiones en el sabor de la fruta, la consideran un problema porque la apariencia estética es de las principales características que demanda su principal cliente o mercado.

La merma es recolectada por el personal de campo o incluso personal del Comité Estatal de Sanidad Vegetal de Nuevo León, en casos de que sean infestaciones muy fuertes en áreas marginales, quienes la recolectan y la tiran en fosas con cal. En huertas comerciales, o sea las comunes, usualmente el productor las recolecta con su mismo personal. Existen casos que el cliente empacador compra la merma, generalmente la merma a causa de negrilla, a un precio más bajo, pero también existen casos en los que el mercado está muy exigente y no pueden venderla a nada. Las huertas que tienen buena nutrición tienen poca generación de merma, una de sus peores situaciones que se les puede presentar es el tener fruta chica, que al final pueden venderla para jugo. El ingeniero considera que el tener merma en la cosecha reduce las ganancias en un 5%. Algunas de las consecuencias de no recolectar la merma caída en los huertos, es la generación de un hongo llamado penicillium, que puede afectar la cosecha echando reduciendo la vida del fruto o incluso, echándolo a perder.

La recolección de la merma es una operación que involucra a una persona que vaya a la huerta, recoja la fruta, la coloque en una tina, voltee la tina en un remolque y lleve el remolque a las zonas donde se desecha la merma, como las fosas, y luego se tapa. El costo de esta operación es aproximadamente \$250 pesos por tonelada de merma.

El ingeniero menciona que algo que se pudiera hacer para aminorar el problema puede ser que existiera un lugar donde te recibieran la fruta, todo mientras el costo de recolectarla se recupere, considera que eso generaría interés en los productores. Si hubiera un costo muy

elevado para cualquier solución para la merma, no sería muy atractivo para ellos, debería ser rentable.

Por otro lado, en el tema de maquinaria que utilice diésel, mencionó que en su huerta utilizan únicamente un tractor y cuatrimotos para fumigar para la mosca de la fruta, estas últimas son rentadas a la Junta de Sanidad Vegetal de Montemorelos. Según estimaciones del ingeniero, se consumen 80 litros de diésel al año, equivalentes a \$1,600.00 pesos mexicanos.

Sr. Jesús

El señor Jesús es administrador general de tres huertas, las cuales están comprendidas una por 35 hectáreas, otra es de 35 hectáreas y otra en desarrollo que son 52 hectáreas, de las cuales aproximadamente cosecha un total de 650 toneladas de naranja por temporada. En el tema de siniestros comunes o los que lo han afectado mencionó las bajas temperaturas y las heladas como las más peligrosas, ya que los siniestros de sequía o escasez de agua no le parece mucho problema, porque solo baja el rendimiento, pero se tienen en las huertas herramientas para superarlo porque la mayoría son de riego. Una sequía te deja inhabilitado por una temporada, pero con la seguridad que pueden volver a empezar, por otro lado, un siniestro de una helada paraliza la producción aproximadamente por cuatro años hasta que los árboles se recuperen, ya que las temperaturas de 0°C o menores queman la fruta y además, acaban con el árbol de naranja.

Actualmente, su manejo de merma consiste en darle un precio especial a esa fruta, usualmente dejándola a mitad de precio para el cliente. En otros casos, recurren a Cáritas de Monterrey, quienes van a sus huertas y recolectan la fruta considerada merma. Existe también merma que no tiene mercado y, por ende, pasa directamente a desecharse. Esta última mencionada la recogen en un tráiler, y la depositan en pozos con cal, o a veces la llevan al Comité de Sanidad Vegetal de Nuevo León donde ellos también cuentan con un depósito donde reciben la merma para darle la misma disposición. Las características más comunes de la merma encontrada en su huerto son cuando se encuentra con negrilla, cuando es chica, o incluso fruta que es demasiado grande. Según el señor Jesús, el costo de recolección de merma es aproximadamente \$400.00 pesos mexicanos por tonelada. La operación de recolección es llevada a cabo normalmente por el personal de la huerta, sin embargo, existen casos en los que contratan gente para que los apoye con esa tarea.

En sus huertos no tienen plaga de mosca de la fruta, sin embargo, menciona que es una situación que tienen muy bien controlada, porque en una semana puede cambiar la situación si no siguen las medidas indicadas, como aplicar fumigaciones con proteína y malatión. Llevan 5 meses de estar libres de la mosca de la fruta. Para eliminar la plaga, optaron por medidas de recolección de la fruta caída y aplicando un malatión tres veces por semana, lo

cual los ayudó a bajar el índice de mosca de la fruta en 15 días, pero aun así, continúan con ese cuidado.

En cuanto al tema de la plaga de negrilla, cuidan mucho que su fruta no se manche o se ponga “borrada” debido al hongo de la negrilla, debido a que baja considerablemente su costo de venta en un 75%, aproximadamente.

En la opinión del señor Jesús, considera que, si estuviera de acuerdo en invertir en una solución para recolectar la merma, siempre y cuando fuera rentable, debido a que, en el mejor de los escenarios, pueden venderla a un menor precio, pero hay ocasiones en las que no la venden a nada o que no hay mercado y aun así tienen que hacer inversión para retirar la merma del huerto. El señor, junto con sus patrones, habían pensado en hacer una juguera con la fruta que no tuviera mercado, para poder aprovecharla en casos que no se pudiera hacer útil la fruta.

Del tema de comercialización, comenta que ellos venden 50% al extranjero y 50% al mercado nacional. En los casos que van a exportar a Estados Unidos, la USDA hace muestreo de aproximadamente 200 naranjas para verificar que no tengan alguna plaga presente. Si encuentran una que esté mal, la exportación no prosigue y les brindan recomendaciones para tratar la fruta. Considera que la venta al extranjero genera mejor utilidad, ya que las ventas al mercado nacional, la utilidad es menor.

En cuanto a maquinaria utilizada en la huerta, utilizan cuatro tractores y una cuatrimoto, haciendo una inversión en diésel de \$300.00 MXN -\$400.00 MXN por hectárea en cada corrida, donde aproximadamente, se realizan de tres a cuatro corridas durante la temporada, o año.

Segundas entrevistas

Luis Lauro Alanis Flores - Ingeniero Agrónomo, productor asegurado, administrador de huerto

El ingeniero Luis cuenta con 200 hectáreas de árboles de naranja sembrada ubicadas en los municipios de Cadereyta y Montemorelos, comentó que la merma la recogen cada que cosechan en la huerta, porque es cuando los clientes pizcan en los árboles. Mencionó además que la merma aumenta cuando hay abundantes lluvias, debido a que la naranja absorbe el agua y termina cayéndose del árbol cuando aún no ha terminado de desarrollarse o estar lista para la venta.

Comentó que la merma existe en tiempos de cosecha, los cuales son de octubre a enero y de febrero a abril, aproximadamente. Con lo anterior concluimos que son 7 meses donde se cosecha y por ende, hay presencia de merma.

En cuanto a viajes realizados y la manera como manejan la operación de recolección de merma en su huerto, nos comentó que utilizan un tractor jalado por un remolque propio de él, que tiene una capacidad de trasladar 3 toneladas de merma. El no contrata ni le paga a nadie externo para que limpie la merma del huerto, utiliza al mismo personal de su huerto deteniéndolos de otras operaciones que estén haciendo. Mencionó, además, que su huerta la tiene muy cuidada y es mínima la merma contra desecho que surge de sus hectáreas.

Federico Salazar - Productor asegurado, administrador de huerto

Federico cuenta con 100 hectáreas sembradas de árboles de naranja en los municipios de Montemorelos, casi llegando a Terán.

Comentó que la merma existe en sus tiempos de cosecha, los cuales son de octubre a diciembre o finales de noviembre y de febrero a mayo, aproximadamente. Con lo anterior concluimos que son 8 meses donde se cosecha y por ende, hay presencia de merma.

En cuanto a sus operaciones en el huerto para retirar la merma, mencionó que el limpia una vez a la semana, y que esta operación le tomó dos días con tres empleados realizando la operación. A cada empleado le paga aproximadamente \$200.00 pesos mexicanos el día, por lo que en total está gastando \$1600.00 pesos por pagarle a tres miembros de su personal por

dos días para hacer la limpia del huerto. Comentó también que el hace la limpieza de la merma un mes antes de la primera cosecha por el cliente, esto para que cuando lleguen a pizar, el huerto se encuentre en buenas condiciones.

8.2 Análisis de Factibilidad Técnico Económico

8.2.1 Definición del Proceso de Generación de Etanol a partir de Merma de Naranja

8.2.1.1 Caracterización de los Azúcares fermentables

En la Tabla 10 se muestran los valores de referencia utilizados para calcular los procesos de entradas y salidas en la obtención de alcoholes. (Tejeda, L. et al. 2014)

Tabla 10. Caracterización de la naranja.

Biomasa	Humedad (%)	Azúcares reductores (%)	Celulosa (%)	Hemicelulosa (%)	Lignina (%)
Naranja	69.4	2.8	23.5	10.4	7.6

Biomasa	Lignina (%)	Rendimiento (%)
Naranja	3.50	53.7

Biomasa	Azúcares Reductores (g/L)	Volumen de jarabe glucosado (mL)	Rendimiento (g/100g)
Naranja	89.4	23.8	13.88

Fuente: Tejeda, L. et al. 2014.

8.2.1.2 Bioreactor

Para este estudio, el tipo de reactor que será necesario es de carácter de lote (Batch Process) hecho con acero. Tiene una capacidad de 20,200 litros y contiene un agitador, un sensor de

pH, temperatura y presión. En el reactor se llevan a cabo las reacciones químicas que ocurren durante la fermentación y otras determinadas etapas del proceso.

El reactor está diseñado de tal forma que, una vez que entran todos los insumos y reactantes dentro, éstos no salen del proceso hasta haber acabado el tiempo necesario o haya ocurrido la reacción completa. Entonces, el tanque es vaciado para comenzar un nuevo ciclo.

8.2.1.3 Microorganismo

Para el proceso seleccionado de la obtención de etanol proveniente de merma de naranja de la Zona Citrícola de Nuevo León, se utilizará la levadura *Saccharomyces cerevisiae*.

8.2.1.4 Otros consumibles

Es necesario recalcar que para el proceso de obtención de etanol se requieren otros consumibles a lo largo de las diferentes etapas para poder generar el combustible líquido y calcular su rendimiento. A continuación, se muestra una lista de dichos materiales que se precisan en el desarrollo de las reacciones químicas.

- Hidróxido de sodio (NaOH)
- Sulfato de calcio (CaSO₄)
- Agua destilada
- Ácido sulfúrico (H₂SO₄)
- Fosfato de amonio (NH₄)₃PO₄
- Charolas de aluminio

8.2.2 Etapas del Proceso de Generación de Etanol a partir de Merma de Naranja

- Obtención de residuos de naranja.*
- Pretratamiento de residuos de naranja*

Los residuos deben ser sometidos a un proceso de secado cuya temperatura debe permanecer a 50°C durante 24 horas. Posteriormente, una molienda debe reducir a 2 mm (aproximadamente) el tamaño de las partículas, teniendo presente la separación de los restos de la pulpa.

c) Hidrólisis alcalina

Los residuos del pretratamiento serán sumergidos en una solución de NaOH 0.1N durante 15 minutos para poder eliminar la lignina. A esta mezcla, se le debe adicionar sulfato de calcio y se dejará reposar por 3 horas. Finalmente, la lignina se separa de la solución por decantación.

d) Hidrólisis ácida

Para continuar el proceso, se añaden 50 ml de ácido sulfúrico al 5% por cada 100 gramos de cáscara de fruta. Esto ocurre a una temperatura de 125°C y 15 psi, debe ser regulada por medio de una autoclave durante 15 minutos. Luego, los jarabes que se obtienen se separan de los componentes que se precipitaron por centrifugación. Y, por último, se determina el contenido de azúcares en los jarabes.

e) Fermentación

Para la fermentación el pH debe ser ajustado a 4,5 - 5,0 con NaOH 5N, y debe utilizarse 0.25% de fosfato de amonio (NH₄)₂PO₄ como nutriente. Después se va a inocular con 0.1% de P/V de levadura activa seca comercial, definida como *Saccharomyces cerevisiae*, la cual estará disuelta en el jarabe. La fermentación se realiza en un reactor tipo batch de 10 L, con un volumen efectivo de trabajo de aproximadamente 3 L en anaerobiosis a 30°C con agitación de 200 rpm, controlando el pH y la temperatura de la fermentación alcohólica. Se toman muestras cada 90 minutos durante 7 horas y posteriormente a las 24 horas.

f) Destilación

Para la parte final del proceso se debe calentar a 100°C en un baño maría con la solución contenida en un picnómetro. Dicho dispositivo se conecta a un condensador y, finalmente, se determina el rendimiento del etanol.

8.2.3 Sensibilidad de Variables

8.2.3.1 Variables Constantes

- Eficiencia
- Tipo de reactor
- Azúcares fermentables
- Cantidad de inóculo
- Tiempo de fermentación
- Toma de muestra

8.2.3.2 Variables Dependientes

- Temperatura
- pH
- Concentración de sales y ácidos durante la hidrólisis.

8.2.3 Diagrama de entradas y salidas del proceso

A continuación, se muestra un diagrama del proceso de entradas y salidas en la conversión del etanol en un tanque de 10 L.



Figura 19. Proceso de entradas y salidas en la conversión de etanol basado en tanque de 10 litros.

Dada la capacidad de 10 L del reactor, se introducen 2.9 gramos de levadura *Saccharomyces cerevisiae*, con 2,900 gramos de residuo hidrolizado. A partir de esto, se generan 1,450 gramos de etanol, quedan 1000 gramos de residuos hidrolizados con levadura y se pierden 452.9 gramos de etanol por destilación o absorción en los residuos.

Sin embargo, la capacidad real máxima para este proyecto es de una merma aproximada a 6.3 toneladas diarias, para la cual se necesitaría un reactor(es) de capacidad de 20,200 L. Entonces, se generarían 2,929,000 gramos de etanol por día, durante un periodo de 9 meses (270 días). (Ver anexos)

8.2.4 Costos de Inversión

Para fines de este proyecto, para que el estudio técnico económico sea aceptado/validado debe ser considerada como rentable.

Se define rentable como el hecho de que el valor total de la inversión inicial para el proyecto (materia prima, equipos y maquinaria, consumibles) pueda ser cubierta en su totalidad con las operaciones de la generación de bioetanol a partir de merma de naranja.

Para esto, se debe conocer lo siguiente:

- a. Costos del equipo de bioreactores
- b. Costos de los microorganismos y su mantenimiento general.
- c. Costos de operación (servicios, operadores)
- d. Costos y gasto en combustible de la maquinaria utilizada en la zona citrícola.
- e. Ecuación del Retorno de Inversión (ROI)

Se consideró fuera del alcance de la evaluación de la inversión y costos los siguientes datos:

- a. Costos de transportación de merma y gasto de combustible de esta.
- b. Hidróxido de sodio y el sulfato de calcio (aún se desconoce la cantidad requerida en el sistema).

Para la evaluación de la inversión se considerará los costos e ingresos por periodo, definiéndolo como la temporada de cultivo y cosecha de la naranja.

8.2.5 Recolección de la Merma y el Combustible

Ahora bien, es importante considerar los gastos en combustible y retiro completo de la merma de los huertos citrícolas.

Aproximadamente, el costo promedio por recolección de la merma es de \$ 250.00 MXN por tonelada, lo que, multiplicado por el total estimado de merma generada por asegurados es el siguiente:

Tabla 11. Gasto aproximado en recolección de la merma por temporada.

Mínimo histórico de merma por asegurados (ton)	2,587.32
Costo recolección merma (MXN/ton)	\$250.00
Costo total recolección de merma (MXN)	\$646,830.00

Existen otras actividades dentro de las operaciones del huerto que requieren maquinaria motorizada, como tractores o cuatrimotos para tareas como rastreo de la tierra o aplicación de fertilizantes. Aproximadamente, el costo promedio de diésel para alimentar esta maquinaria es de \$1,760.00 MXN por hectárea contemplando un precio de \$ 22.00 MXN por litro de diésel, lo que, multiplicado por el total de hectáreas aseguradas es el siguiente:

Tabla 12. Gasto en combustible por temporada.

Mínimo histórico de hectáreas aseguradas (Ha)	2,504.00
Demanda de diésel (L/Ha)	80.00
Costo total de diésel (MXN)	\$4,407,040.00

8.2.7 Precio Competitivo del Etanol

Es indispensable conocer los precios actuales en el mercado del etanol para, posteriormente, evaluar la posibilidad de venta a un tercero, o bien, conocer el valor monetario del combustible y las ganancias por producción.

Según Markets Insider, el precio de venta del etanol a la fecha del día 3 de octubre de 2019 es de 1.48 USD por galón de etanol. En la Figura 20 se presenta la variación de los precios a lo largo del último año.



El valor más alto registrado es de \$ 1.61 dólares americanos por galón de etanol, mientras que el menor precio de venta ha sido de \$ 1.26 dólares. Esto quiere decir que, en promedio, el precio del etanol es de \$ 1.405 USD/gal.

Sin embargo, el valor de referencia que se tomará para los cálculos es el más bajo, \$ 1.26 dólares.

8.2.8 Evaluación de Retorno y Periodo de Inversión

La factibilidad general del proyecto consiste en que el retorno de inversión sea igual o mayor a la ganancia total generada a partir de uso de bioetanol como combustible propio o como venta a un tercero. Por lo tanto, se define a la ecuación de retorno de inversión como:

$$ROI = \frac{Ganancia\ Total - Inversión}{Inversión} * 100$$

Donde:

La ganancia total es la producción de etanol en términos económicos

La inversión constituye la inversión inicial en equipo requerido para generar el etanol.

Para evaluar el proyecto se utilizará además del ROI, el cálculo del PRI (periodo de retorno de inversión o “payback”), el cual es calculado de la siguiente manera (Ucañán Leyton, Roger. , N/A):

$$PRI = (\text{Período último con FA negativo} + \frac{\text{Valor absoluto del último FA negativo}}{\text{Valor del FC en el siguiente periodo}})$$

Donde:

FA = Flujo Acumulado

FC = Flujo de Caja

9. Modelo de Factibilidad

Anteriormente, se presentó el planteamiento de escenarios para evaluar la factibilidad del Proyecto, donde se espera poder alcanzar el retorno de inversión inicial con los ingresos económicos del bioetanol. Los escenarios inicialmente planteados fueron los siguientes:

1. *Utilizando el bioetanol para surtir la demanda combustible de los asegurados por el Fondo de Aseguramiento en la Zona Citrícola de Nuevo León*

El primer escenario constituye en calcular el retorno de inversión asumiendo que el bioetanol que se obtiene a partir de la merma sea utilizarlo en combinación con diésel para los vehículos y tractores que manejan en los huertos de la Zona Citrícola. De modo que el beneficio del bioetanol consista meramente en un ahorro que tendrán los asegurados.

2. *Comercializar el bioetanol con un tercero*

El segundo ambiente consiste en evaluar el retorno de inversión considerando que el bioetanol que se produce en la planta es comercializado a un tercero. De modo que los ingresos son únicamente económicos y se puedan reinvertir en beneficios para el Fondo y sus asegurados.

3. *Bioetanol como combustible para los productores asegurados + Comercialización del bioetanol*

Finalmente, se determinará el retorno de inversión analizando utilizar el combustible en conjunto con el diésel para los equipos y maquinaria que manejan los citricultores, y posterior a cubrir la demanda de combustible, comercializar el resto y obtener ingresos económicos.

Posterior a una primera evaluación y análisis del modelo económico junto con las variables consideradas, se delimitó que el escenario base consta de vender el etanol a un tercero, de

modo que la ganancia obtenida pueda pagar la inversión inicial del proyecto. A dicha base, se le ajustaron modificaciones distintas con el fin de verificar de qué manera pudiera el proyecto volverse más factible, entre esas modificaciones se consideró una variación en la frecuencia de uso del reactor, o sea, cuantos ciclos operaría durante un periodo, y la capacidad del reactor, ya que se identificaron ambos puntos como variables sensibles.

Los escenarios finales por evaluar quedaron de la siguiente manera:

- a. Utilizar un reactor de "X" tamaño para generar bioetanol una vez por semana.*
- b. Utilizar un reactor de "X" tamaño para generar bioetanol dos veces al mes.*
- c. Utilizar un reactor de "X" tamaño para generar bioetanol una vez al mes.*

En todos los escenarios evaluados se contempla que la inversión y operación sea financiada por la venta del combustible generado, y con base al mejor escenario encontrado, se evaluó añadiendo la variable del ahorro económico en la compra de diésel al surtir cierto porcentaje de la demanda de combustible de los asegurados con el bioetanol que se genera, y vendiendo el remanente.

9.1 Presuntos y Consideraciones

A continuación, se enlistan las asunciones de los modelos de factibilidad de la generación de etanol a base de mermas de naranja, donde se considera que:

- Para todos los escenarios planteados, se asume que una temporada dura 30 semanas, o bien 7 meses, puesto que no se produce merma durante todos los meses del año.
- El reactor tiene una eficiencia de 50%.
- Se considera la menor cantidad de merma generada históricamente.
- Se considera la menor cantidad de hectáreas aseguradas históricamente.

- Cada ciclo del reactor dura 33 horas continuas y el proceso de pretratamiento y secado es realizado por el mismo reactor por medio de calentamiento eléctrico.
- El precio de venta del etanol en el mercado es de \$ 22.8 MXN por galón.
- El precio de compra de diésel en México se considera a \$22.00 MXN por litro.
- La inversión inicial incluye el costo del reactor, de destiladores de agua, y de los consumibles para abastecer 1 temporada, más costo del servicio de electricidad (CFE) y sueldo de los operadores.
- La demanda de energía eléctrica se considera como Gran Demanda en media tensión ordinaria (GDMTO), por la Comisión Federal de Electricidad para Industrias con una demanda menor a 100 kW.
- El costo del flete de transportación de los huertos a la Planta Generadora será absorbido por el asegurado.
- Se contemplan dos operadores para el proceso.

Ahora, si bien de delimitaron las consideraciones del estudio, es importante conocer los datos que se tomaron como base para el estudio y los modelos de factibilidad. A continuación, se muestra la tabla de Datos Fijos utilizados en los escenarios.

Tabla 13. Datos fijos para el cálculo de los escenarios.

	Cantidad	Unidad
Tiempo de cosecha al año (meses)	7	meses
Tiempo de cosecha al año (semanas)	30	semanas
Tiempo de cosecha al año (días)	210	días
Merma generada por temporada (Ton)	2,587.32	toneladas
Merma generada por mes (Ton)	369.62	toneladas/meses
Merma generada por semana (Ton)	86.24	toneladas/semana
Hectáreas aseguradas (Ha)	2,504.00	hectáreas
Costo recolección merma (\$/ton)	250	MXN/ton
Costo recolección merma total (MXN)	\$626,000.00	MXN
Demanda de diésel (L/Ha)	80	L/Ha
Demanda de diésel (L)	200,320.00	litros
Costo de diésel (\$/Ha)	\$1,760.00	MXN/Ha
Costo de diésel total (MXN)	\$4,407,040.00	MXN
Densidad del etanol (gr/L)	789.00	gr/L
Precio del etanol (USD/gal)	\$1.20	USD/gal
Precio del etanol (MXN/gal)	\$22.80	MXN/gal
Factor de carga	0.55	

También, es importante declarar los costos de inversión del proyecto. En este caso, el reactor, los destiladores de agua y el costo por permisos legales serían costos que contemplar como inversión inicial, pero no recurrente.

9.2 Escenarios de Factibilidad

Con base en los costos fijos anteriores y las necesidades de la Zona Citrícola de Nuevo León, a continuación, se presentan los modelos variados para determinar el mejor escenario viable para la elaboración de bioetanol a partir de merma de naranja.

9.2.1 Escenario 1

Para el primer escenario, se contempló un reactor de capacidad de 20,200 litros operando 30 ciclos por año, equivalente a 990 horas de operación. Las toneladas procesadas por este reactor con esa frecuencia se contemplan que sean 175.74 toneladas por año. Se contempla toda la producción de bioetanol para venta.

Primero, en la Tabla 14 se muestran los costos fijos para este escenario, seguido por la Tabla 15 que presenta el modelo de factibilidad económica y el ROI, y, posteriormente en la Tabla 16 se expone el ejercicio de la evaluación del periodo del retorno de inversión. De tal modo que al final, se indica el número de años en el que el escenario paga la inversión inicial.

Tabla 14. Desglose de costos fijos unitarios y costos fijos por temporada para el Escenario 1.

COSTOS FIJOS UNITARIOS (MXN)	PRECIO UNITARIO	UNIDAD COTIZADA	CANTIDAD	UNIDAD	TOTAL
Reactor con calefacción	\$710,361.79	1 reactor	1.0000	reactor	\$710,361.79
Destiladores (Agua destilada)	\$30,000.00	100 L/h	3.0000	destilador	\$90,000.00
Permiso de producción de etanol	\$15,800.00	1 permiso	1.0000	permiso	\$15,800.00
Permiso de comercialización de etanol	\$15,800.00	1 permiso	1.0000	permiso	\$15,800.00
COSTOS FIJOS POR TEMPORADA (MXN)	PRECIO UNITARIO	UNIDAD COTIZADA	CANTIDAD	UNIDAD	TOTAL
Microorganismo	\$76.00	1 kg	175.7400	kg	\$13,356.24
H2SO4	\$6,000.00	1 tonelada	0.0439	tonelada	\$263.61
(NH4)3PO4	\$12,400.00	1 tonelada	0.4394	tonelada	\$5,447.94
Cargo variable de energía	\$1.125	30.3 kWh	990.0000	kWh	\$33,746.63
Cargo fijo mensual de energía	\$542.53	1 mes	12.0000	mes	\$6,510.36
Cargo por capacidad	\$300.77	29997 kW	129.8571	kW	\$39,057.13
Cargo por distribución	\$55.81	29997 kW	129.8571	kW	\$7,247.33
Total de energía	N/A	N/A N/A	N/A	N/A	\$86,561.45
Costo personal para operación de reactor	\$500.00	8 hora	35	hora	\$140,000.00

Tabla 15. Evaluación de utilidad marginal y ROI para el Escenario 1.

Modelo De Factibilidad Económica	MXN
Inversión inicial	\$831,961.79
Costos de operación por temporada	\$245,629.24
Ganancia de venta	\$558,558.98
Primer Año	MXN
Inversión + costos de operación	\$1,077,591.03
Ingresos	\$558,558.98
Utilidad Marginal	-\$519,032.05
ROI	-48.17%
Siguientes Años	MXN
Costos de operación	\$245,629.24
Ingresos	\$560,023.48
Utilidad Marginal	\$314,394.25
ROI	128.00%

Tabla 16. Ejercicio para cálculo del PRI para Escenario 1.

Concepto	0	1	2	3
- Inversión inicial	\$831,961.79			
- Costos de operación	\$245,629.24	\$245,629.24	\$245,629.24	\$245,629.24
+ Ingresos	\$558,558.98	\$558,558.98	\$558,558.98	\$558,558.98
FLUJO DE CAJA	-\$519,032.05	\$312,929.75	\$312,929.75	\$312,929.75
FLUJO ACUMULADO	-\$519,032.05	-\$206,102.30	\$106,827.44	\$419,757.19
Periodo de payback o PRI	1.7 años			

9.2.2 Escenario 2

Para el segundo escenario, se contempló un reactor de capacidad de 20,200 litros operando 30 ciclos por año, equivalente a 990 horas de operación. Las toneladas procesadas por este reactor con esa frecuencia se contemplan que sean 175.74 toneladas por año. A diferencia del escenario anterior, en esta ocasión se evaluó la posibilidad de surtir la demanda de diésel de los productores asegurados utilizando el 10% de la producción total de bioetanol, y el resto se contempla para venta.

Primero, en la Tabla 17 se muestran los costos fijos para este escenario, seguido por la Tabla 18 que presenta el modelo de factibilidad económica y el ROI, y, posteriormente en la Tabla 19 se expone el ejercicio de la evaluación del periodo del retorno de inversión. De tal modo que al final, se indica el número de años en el que el escenario paga la inversión inicial.

Tabla 17. Desglose de costos fijos unitarios y costos fijos por temporada para el Escenario 2.

COSTOS FIJOS UNITARIOS (MXN)	PRECIO UNITARIO	UNIDAD COTIZADA	CANTIDAD	UNIDAD	TOTAL
Reactor con calefacción	\$710,361.79	1 reactor	1.0000	reactor	\$710,361.79
Destiladores (Agua destilada)	\$30,000.00	100 L/h	3.0000	destilador	\$90,000.00
Permiso de producción de etanol	\$15,800.00	1 permiso	1.0000	permiso	\$15,800.00
Permiso de comercialización de etanol	\$15,800.00	1 permiso	1.0000	permiso	\$15,800.00
COSTOS FIJOS POR TEMPORADA (MXN)	PRECIO UNITARIO	UNIDAD COTIZADA	CANTIDAD	UNIDAD	TOTAL
Microorganismo	\$76.00	1 kg	175.7400	kg	\$13,356.24
H2SO4	\$6,000.00	1 tonelada	0.0439	tonelada	\$263.61
(NH4)3PO4	\$12,400.00	1 tonelada	0.4394	tonelada	\$5,447.94
Cargo variable de energía	\$1.125	30.3 kWh	990.0000	kWh	\$33,746.63
Cargo fijo mensual de energía	\$542.53	1 mes	12.0000	mes	\$6,510.36
Cargo por capacidad	\$300.77	29997 kW	129.8571	kW	\$39,057.13
Cargo por distribución	\$55.81	29997 kW	129.8571	kW	\$7,247.33
Total de energía	N/A	N/A N/A	N/A	N/A	\$86,561.45
Costo personal para operación de reactor	\$500.00	8 hora	35	hora	\$140,000.00

Tabla 18. Evaluación de utilidad marginal y ROI para el Escenario 2.

Modelo De Factibilidad Económica	MXN
Inversión inicial	\$831,961.79
Costos de operación por temporada	\$245,629.24
Ganancia de venta	\$458,090.52
Primer Año	MXN
Inversión + costos de operación	\$1,077,591.03
Ingresos	\$458,090.52
Utilidad Marginal	-\$619,500.50
ROI	-57.49%
Siguientes Años	MXN
Costos de operación	\$245,629.24
Ingresos	\$458,090.52
Utilidad Marginal	\$212,461.29
ROI	86.50%

Tabla 19. Ejercicio para cálculo del PRI para Escenario 2.

Concepto	0	1	2	3
- Inversión inicial	\$831,961.79			
- Costos de operación	\$245,629.24	\$245,629.24	\$245,629.24	\$245,629.24
+ Ingresos	\$458,090.52	\$458,090.52	\$458,090.52	\$458,090.52
FLUJO DE CAJA	-\$619,500.50	\$212,461.29	\$212,461.29	\$212,461.29
FLUJO ACUMULADO	-\$619,500.50	-\$407,039.21	-\$194,577.92	\$17,883.36
Periodo de payback o PRI	2.9 años			

9.2.3 Escenario 3

Para el tercer escenario, se contempló un reactor de capacidad de 20,200 litros operando 14 ciclos por año, equivalente a 462 horas de operación. Las toneladas procesadas por este reactor con esa frecuencia se contemplan que sean 82.02 toneladas por año. Se contempla toda la producción de bioetanol para venta.

Primero, en la Tabla 20 se muestran los costos fijos para este escenario, seguido por la Tabla 21 que presenta el modelo de factibilidad económica y el ROI, y, posteriormente en la Tabla 22 se expone el ejercicio de la evaluación del periodo del retorno de inversión. De tal modo que al final, se indica el número de años en el que el escenario paga la inversión inicial.

Tabla 20. Desglose de costos fijos unitarios y costos fijos por temporada para el Escenario 3.

COSTOS FIJOS UNITARIOS (MXN)	PRECIO UNITARIO	UNIDAD COTIZADA	CANTIDAD	UNIDAD	TOTAL
Reactor con calefacción	\$710,361.79	1 reactor	1.0000	reactor	\$710,361.79
Destiladores (Agua destilada)	\$30,000.00	100 L/h	3.0000	destilador	\$90,000.00
Permiso de producción de etanol	\$15,800.00	1 permiso	1.0000	permiso	\$15,800.00
Permiso de comercialización de etanol	\$15,800.00	1 permiso	1.0000	permiso	\$15,800.00
COSTOS FIJOS POR TEMPORADA (MXN)	PRECIO UNITARIO	UNIDAD COTIZADA	CANTIDAD	UNIDAD	TOTAL
Microorganismo	\$76.00	1 kg	82.0120	kg	\$6,232.91
H2SO4	\$6,000.00	1 tonelada	0.0205	tonelada	\$123.02
(NH4)3PO4	\$12,400.00	1 tonelada	0.2050	tonelada	\$2,542.37
Cargo variable de energía	\$1.125	30.3 kWh	462.0000	kWh	\$15,748.43
Cargo fijo mensual de energía	\$542.53	1 mes	12.0000	mes	\$6,510.36
Cargo por capacidad	\$300.77	13998.6 kW	60.6000	kW	\$18,226.66
Cargo por distribución	\$55.81	13998.6 kW	60.6000	kW	\$3,382.09
Total de energía					\$43,867.53
Costo por mano de obra para uso de reactor	\$500.00	8 hora	35	hora	\$140,000.00

Tabla 21. Evaluación de utilidad marginal y ROI para el Escenario 3.

Modelo De Factibilidad Económica	MXN
Inversión inicial	\$831,961.79
Costos de operación por temporada	\$192,765.84
Ganancia de venta	\$260,660.86
Primer Año	MXN
Inversión + costos de operación	\$1,024,727.63
Ingresos	\$260,660.86
Utilidad Marginal	-\$764,066.77
ROI	-74.56%
Siguientes Años	MXN
Costos de operación	\$192,765.84
Ingresos	\$260,660.86
Utilidad Marginal	\$67,895.02
ROI	35.22%

Tabla 22. Ejercicio para cálculo del PRI para Escenario 3.

Concepto	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
- Inversión inicial	\$831,961.79												
- Costos de operación	\$192,765.84	\$192,765.84	\$192,765.84	\$192,765.84	\$192,765.84	\$192,765.84	\$192,765.84	\$192,765.84	\$192,765.84	\$192,765.84	\$192,765.84	\$192,765.84	\$192,765.84
+ Ingresos	\$260,660.86	\$260,660.86	\$260,660.86	\$260,660.86	\$260,660.86	\$260,660.86	\$260,660.86	\$260,660.86	\$260,660.86	\$260,660.86	\$260,660.86	\$260,660.86	\$260,660.86
FLUJO DE CAJA	\$764,066.77	\$67,895.02	\$67,895.02	\$67,895.02	\$67,895.02	\$67,895.02	\$67,895.02	\$67,895.02	\$67,895.02	\$67,895.02	\$67,895.02	\$67,895.02	\$67,895.02
FLUJO ACUMULADO	\$764,066.77	\$696,171.75	\$628,276.73	\$560,381.70	\$492,486.68	\$424,591.66	\$356,696.64	\$288,801.61	\$220,906.59	\$153,011.57	\$85,116.55	\$17,221.52	\$50,673.50
Periodo de payback o PRI	11.3 años												

9.2.4 Escenario 4

Para el cuarto escenario, se contempló un reactor de capacidad de 50,300 litros operando 14 ciclos por año, equivalente a 462 horas de operación. Las toneladas procesadas por este reactor con esa frecuencia se contemplan que sean 204.22 toneladas por año. Se contempla toda la producción de bioetanol para venta.

Primero, en la Tabla 23 se muestran los costos fijos para este escenario, seguido por la Tabla 24 que presenta el modelo de factibilidad económica y el ROI, y, posteriormente en la Tabla 25 se expone el ejercicio de la evaluación del periodo del retorno de inversión. De tal modo que al final, se indica el número de años en el que el escenario paga la inversión inicial.

Tabla 23. Desglose de costos fijos unitarios y costos fijos por temporada para el Escenario 4.

COSTOS FIJOS UNITARIOS (MXN)	PRECIO UNITARIO	UNIDAD COTIZADA	CANTIDAD	UNIDAD	TOTAL
Reactor con calefacción	\$1,768,871.20	1 reactor	1.0000	reactor	\$1,768,871.20
Destiladores (Agua destilada)	\$30,000.00	100 L/h	3.0000	destilador	\$90,000.00
Permiso de producción de etanol	\$15,800.00	1 permiso	1.0000	permiso	\$15,800.00
Permiso de comercialización de etanol	\$15,800.00	1 permiso	1.0000	permiso	\$15,800.00
COSTOS FIJOS POR TEMPORADA (MXN)	PRECIO UNITARIO	UNIDAD COTIZADA	CANTIDAD	UNIDAD	TOTAL
Microorganismo	\$76.00	1 kg	204.2180	kg	\$15,520.57
H2SO4	\$6,000.00	1 tonelada	0.0511	tonelada	\$306.33
(NH4)3PO4	\$12,400.00	1 tonelada	0.5105	tonelada	\$6,330.76
Cargo variable de energía	\$1.125	75.45 kWh	462.0000	kWh	\$39,215.14
Cargo fijo mensual de energía	\$542.53	1 mes	12.0000	mes	\$6,510.36
Cargo por capacidad	\$300.77	34857.9 kW	150.9000	kW	\$45,386.19
Cargo por distribución	\$55.81	34857.9 kW	150.9000	kW	\$8,421.73
Total de energía	N/A				\$99,533.42
Costo personal para operación de reactor	\$500.00	8 hora	35	hora	\$140,000.00

Tabla 24. Evaluación de utilidad marginal y ROI para el Escenario 4.

Modelo De Factibilidad Económica	MXN
Inversión inicial	\$1,890,471.20
Costos de operación por temporada	\$261,691.07
Ganancia de venta	\$649,071.34
Primer Año	MXN
Inversión + costos de operación	\$2,152,162.27
Ingresos	\$649,071.34
Utilidad Marginal	-\$1,503,090.93
ROI	-69.84%
Siguientes Años	MXN
Costos de operación	\$261,691.07
Ingresos	\$649,071.34
Utilidad Marginal	\$387,380.27
ROI	148.03%

Tabla 25. Ejercicio para cálculo del PRI para Escenario 4.

Concepto	0	1	2	3	4	5
- Inversión inicial	\$1,890,471.20					
- Costos de operación	\$261,691.07	\$261,691.07	\$261,691.07	\$261,691.07	\$261,691.07	\$261,691.07
+ Ingresos	\$649,071.34	\$649,071.34	\$649,071.34	\$649,071.34	\$649,071.34	\$649,071.34
FLUJO DE CAJA	-\$1,503,090.93	\$387,380.27	\$387,380.27	\$387,380.27	\$387,380.27	\$387,380.27
FLUJO ACUMULADO	-\$1,503,090.93	-\$1,115,710.66	-\$728,330.39	-\$340,950.12	\$46,430.15	\$433,810.43
Periodo de payback o PRI	3.9 años					

9.2.5 Escenario 5

Para el quinto escenario, se contempló un reactor de capacidad de 8,180 litros operando 30 ciclos por año, equivalente a 990 horas de operación. Las toneladas procesadas por este reactor con esa frecuencia se contemplan que sean 71.17 toneladas por año. Se contempla toda la producción de bioetanol para venta.

Primero, en la Tabla 26 se muestran los costos fijos para este escenario, seguido por la Tabla 27 que presenta el modelo de factibilidad económica y el ROI, y, posteriormente en la Tabla 28 se expone el ejercicio de la evaluación del periodo del retorno de inversión. De tal modo que al final, se indica el número de años en el que el escenario paga la inversión inicial.

Tabla 26. Desglose de costos fijos unitarios y costos fijos por temporada para el Escenario 5.

COSTOS FIJOS UNITARIOS (MXN)	PRECIO UNITARIO	UNIDAD COTIZADA	CANTIDAD	UNIDAD	TOTAL
Reactor con calefacción	\$287,661.36	1 reactor	1.0000	reactor	\$287,661.36
Destiladores (Agua destilada)	\$30,000.00	100 L/h	3.0000	destilador	\$90,000.00
Permiso de producción de etanol	\$15,800.00	1 permiso	1.0000	permiso	\$15,800.00
Permiso de comercialización de etanol	\$15,800.00	1 permiso	1.0000	permiso	\$15,800.00
COSTOS FIJOS POR TEMPORADA (MXN)	PRECIO UNITARIO	UNIDAD COTIZADA	CANTIDAD	UNIDAD	TOTAL
Microorganismo	\$76.00	1 kg	71.1660	kg	\$5,408.62
H2SO4	\$6,000.00	1 tonelada	0.0178	tonelada	\$106.75
(NH4)3PO4	\$12,400.00	1 tonelada	0.1779	tonelada	\$2,206.15
Cargo variable de energía	\$1.125	12.27 kWh	990.0000	kWh	\$13,665.71
Cargo fijo mensual de energía	\$542.53	1 mes	12.0000	mes	\$6,510.36
Cargo por capacidad	\$300.77	12147.3 kW	52.5857	kW	\$15,816.21
Cargo por distribución	\$55.81	12147.3 kW	52.5857	kW	\$2,934.81
Total de energía	N/A				\$38,927.09
Costo personal para operación de reactor	\$500.00	8 hora	35	hora	\$140,000.00

Tabla 27. Evaluación de utilidad marginal y ROI para el Escenario 5.

Modelo De Factibilidad Económica	MXN
Inversión inicial	\$409,261.36
Costos de operación por temporada	\$186,648.60
Ganancia de venta	\$226,188.74
Primer Año	MXN
Inversión + costos de operación	\$595,909.96
Ingresos	\$226,188.74
Utilidad Marginal	-\$369,721.22
ROI	-62.04%
Siguientes Años	MXN
Costos de operación	\$186,648.60
Ingresos	\$226,188.74
Utilidad Marginal	\$39,540.14
ROI	21.18%

Tabla 28. Ejercicio para cálculo del PRI para Escenario 5.

Concepto	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
- Inversión inicial	\$409,261.36										
- Costos de operación	\$186,648.60	\$186,648.60	\$186,648.60	\$186,648.60	\$186,648.60	\$186,648.60	\$186,648.60	\$186,648.60	\$186,648.60	\$186,648.60	\$186,648.60
+ Ingresos	\$226,188.74	\$226,188.74	\$226,188.74	\$226,188.74	\$226,188.74	\$226,188.74	\$226,188.74	\$226,188.74	\$226,188.74	\$226,188.74	\$226,188.74
FLUJO DE CAJA	\$369,721.22	\$39,540.14	\$39,540.14	\$39,540.14	\$39,540.14	\$39,540.14	\$39,540.14	\$39,540.14	\$39,540.14	\$39,540.14	\$39,540.14
FLUJO ACUMULADO	\$369,721.22	\$330,181.08	\$290,640.95	\$251,100.81	\$211,560.67	\$172,020.53	\$132,480.39	\$92,940.25	\$53,400.12	\$13,859.98	\$25,680.16
Periodo de payback o PRI	9.4 años										

Capítulo 4. Resultados y Conclusiones

10. Conclusiones

Para considerar el mejor escenario se evaluó cuál era el de menor periodo de retorno de inversión, en ese escenario se hizo el ajuste del argumento de usar el Bioetanol como combustible para los productores + Comercialización del etanol.

Después de verificar la factibilidad de cada uno de los escenarios, se concluyó que la manera más viable de implementar una planta generadora de etanol a base de mermas de naranja es el Escenario 1.

Lo anterior se debe a se considera el escenario más factible debido a menor retorno de inversión siendo de 1.56 años, con suficiente capacidad de procesamiento de merma por temporada (175.74 toneladas).

Dicho modelo constituye que el reactor sea utilizando con una frecuencia de una vez a la semana por el tiempo de cosecha, surtiéndose demanda de diésel en 10% y vendiendo el resto. De modo que el Escenario 1 da una utilidad de \$558.558,98 MXN por temporada.

Por otro lado, cabe recalcar que, de 6,150 litros de capacidad hacia abajo, la utilidad descende, es negativa, o no genera ingresos. Entonces, los modelos se evaluaron únicamente con base a los reactores de capacidad de 8,180 L, 10,200 L, 12,200 L, 20,200 L y 50,300 L.

Se encontró que la mejor frecuencia de uso del reactor es entre 2 veces al mes y 1 vez al mes. Esto se debe a que empata con los tiempos de recolección de la merma y su temporalidad. Si fuera semanalmente, es probable que la utilidad final por ciclo diera negativa o descendiera considerablemente. Lo anterior se debe a que en una semana es poco probable reunir la merma necesaria que tenga que ser introducida al reactor y ocupar toda su capacidad, para poder generar el etanol estimado.

Sin embargo, cabe mencionar que a lo largo del estudio y después de realizar los modelos de factibilidad se concluyó lo siguiente:

1. Se recomienda estandarizar o sistematizar la recolección de la merma en la Zona Citrícola de Nuevo León.

Actualmente, la recolección de la merma de naranja (y otros), es realizada de forma irregular y distinta por cada huerto de la Zona. Esto dificulta y complica cualquier proyecto futuro porque los costos por flete y las flotillas para recolección son muy variables o insuficientes para abastecer toda la Zona. De modo que, se recomienda un sistema de estandarización de recolección y un único centro de disposición.

2. A partir de la producción de etanol con merma, se pueden generar esencias aromáticas o aceites naturales.

Este proyecto consistía en verificar la factibilidad técnico-económica de generar etanol con merma de naranja, sin embargo, dado que es factible, también es recomendado darle seguimiento a este estudio con otras actividades o procesos que se pueden producir a partir de este etanol.

3. Elaborar un estudio integrando a las empacadoras y jugueras de la Zona Citrícola.

A lo largo del proyecto, se evidenció que la industria del jugo y gajo de Nuevo León contiene la mayor concentración de merma de cáscara de naranja. Además, se encontró que dichas fábricas se encuentran en la Zona Citrícola, principalmente en Montemorelos. De tal modo que, puesto que su merma es constante y mucho mayor, se propone involucrar a la industria en la generación de etanol con merma.

4. Verificar la viabilidad fisicoquímica del proyecto.

Este estudio consistió en conocer si la elaboración de etanol con merma era económicamente factible. No obstante, durante la investigación se encontró que para que el etanol se pueda vender y utilizar como combustible es necesario adquirir

certificaciones de calidad. Si bien no se obtuvieron datos referentes a los requisitos específicos, se reconoció que este proyecto carece de un estudio o experimento que valide la calidad que se obtiene de este etanol en particular.

Capítulo 5. Anexos y referencias bibliográficas

11. Anexos

Anexo 1. Primer cuestionario al Fondo de Aseguramiento

Por: Ing. Mario Alberto Vásquez Flores.

1. ¿Cuáles son las hectáreas totales de la zona citrícola?

R- 30,436 has.

2. De las tierras que conforman la zona citrícola, ¿Cuáles son rentadas y cuáles son trabajadas por su propietario?

R- 84 has rentadas y 25,241 son trabajadas por el propietario.

3. ¿Quiénes son los patrones de cada huerto?

R- Como resultado del padrón citrícola 2014, se identificaron 4,385 huertas en la región citrícola, siendo el 66 % productivas (2,884), propiedad de 2,059 productores y el restante 34% abandonadas (1,501).

4. ¿Cuál es la temporada de cosecha?

R- La cosecha es prácticamente todo el año ya que se cuenta con diferentes variedades tempranas y tardías que van desde enero a diciembre, así tenemos que la naranja valencia los meses de mayor cosecha son de enero a junio, mientras que, para la toronja de septiembre a diciembre, con una caída en el mes de agosto que es casi nula la cosecha.

5. ¿Cuál es el porcentaje (sobre el total sembrado) o cantidad (Kg o toneladas) de merma que resulta?

R- Es muy variable va desde un 10 % hasta un 20 a 30 %, esto depende del manejo de la huerta en cuanto a nutrición, sanidad, manejo del agua etc.

6. ¿Cuál es el destino final de la cosecha?

R- Es mercado en fresco como fruta de mesa, y un porcentaje bajo va destinado a la industria ya sea de gajo o jugo.

7. ¿Si existen clientes quiénes son?

R- Generalmente son intermediarios que compran la fruta a pie de árbol, es decir que el productor vende su fruta en el árbol.

8. ¿Cuál es la capacidad de almacenamiento de la cosecha en el huerto (toneladas o kg, por cuánto tiempo)?

R- Nulo no se almacena en los huertos va directo del árbol a los centros de empaque o destino final.

9. ¿Cómo almacenan la cosecha en qué condiciones?

R- No se almacena en los huertos.

10. ¿Qué hacen con la merma?, ¿Dónde la almacenan? ¿Quién la maneja? ¿Quién es el responsable de ella?

R- La merma en cítricos es la clase número 3, comúnmente llamada contra desecho, esta fruta ya no se comercializa y es tirada o enterrada en pozos con cal para evitar que larvas de mosca de la fruta eclosionen.

11. ¿Se tiene en mente alguna manera o proyecto para manejar, recolectar, aprovechar o reducir la merma?

R- No.

12. ¿Maquinaria usada en huertos de cítricos que funcionen con combustible?

R- Generalmente el tractor es el único que funciona con diésel y los demás equipos son movidos con el tractor y su toma de fuerza como son los aspersores, aguilones, fertilizadoras etc.

13. ¿Cuánto cuesta retirar la merma?

R- Es difícil estimar el costo ya que se hace con el personal que trabaja en la huerta.

14. ¿Cómo está dividido el huerto geográficamente?

R- Está dividido en lotes por variedades, Edades de árboles o barreras físicas como caminos cintas de árboles, canales etc.

15. ¿Hay terrenos olvidados/sin uso?

R- hay más de cinco mil hectáreas abandonadas, generalmente son de temporal al no contar con agua es muy difícil que sean rentables y son abandonadas, otro motivo de abandono es cuando faltan los dueños y los descendientes no les interesa la actividad citrícola.

16. ¿Cuántas hectáreas están abandonadas?

R- 5,111 hectáreas.

17. ¿Qué problema genera la merma?

R- El más común es la generación de problema de plagas como mosca de la fruta (Anastrepha Ludens)

18. ¿Considera que fuera importante aprovechar la merma?

R- si ya que al tener un fin productivo se generaría un extra y ya no se dejaría tirada en los huertos.

19. ¿Cómo es un día cotidiano en un huerto?

R- Ningún día es cotidiano, siempre es diferente hay actividades diversas que hay que llevar a cabo, algunos días riegos otras fertilizaciones, control de plagas o enfermedades, control de malezas, monitoreo de plagas y enfermedades, deshierbes etc.

20. ¿Cuál es la relación de trabajadores de la misma huerta?

R- Más que nada es laboral, pero en muchas ocasiones es de buen compañerismo.

21. ¿Cuál es la relación entre trabajadores de otras huertas?

R- más que nada laboral.

Anexo 2. Entrevista 1

Nombre del entrevistado: Ing. Jaime García

Fecha: 25 de septiembre 2019

A: Ana María Peñúñuri García

S: Samantha Lorena Cantú Ortégón

Ing: Jaime García

O: Osvaldo Aquines

A: Lo que queremos lograr es identificar cosas que no vemos muy obvias, por ejemplo, los problemas que se puedan tener con la merma, en el campo, en el cultivo, en la cosecha, todo el proceso de producción dentro del campo porque estamos limitados solamente a lo que ocurre ahí. Entonces, en tu experiencia, ¿cuánto tiempo llevas trabajando con citricultura?

Ing: Cítricos desde el 94, 25 años.

A: Más o menos, ¿cómo qué siniestros te han tocado o cuáles consideras que son los más comunes?

Ing: Desde el 95 para acá ha habido granizo, heladas pero muy pequeñas no fuertes. Las heladas fuertes en Nuevo León fueron en el 68, en el 83 y el 89. Después ha habido heladas pero muy pequeñas no muy fuertes, ha habido siniestros de granizo, y ha habido años en los que pega mucho unos que se llaman antracnosis, que se cae la flor y entonces ya no se desarrolla el fruto.

O: ¿Qué tan seguido pasa la antracnosis?

Ing: Es difícil de predecir. Si se puede, pero se tendría que tener una estación meteorológica en cada huerto que te diga, con el porcentaje de humedad relativa y roció, la probabilidad de tener antracnosis. Y usualmente lo que se hace es prevenir, cada vez que hay floración, se aplica un fungicida independiente de que haya condiciones o no de que se presente la enfermedad, y así aseguras que tu floración si llegue buena al fin.

A: ¿Ahorita mencionó que tiene 20 hectáreas?

Ing: Si.

A: ¿Y aproximadamente cuanto es lo que cosecha por temporada?

Ing: Se cosechan unas 500, 600 o 700 toneladas. Años bajos de 300 toneladas, años altos de hasta 800 toneladas, pero ya no hemos tenido eso.

A: ¿Las hectáreas de qué cultivo son?

Ing: Son de naranja temprana, de Mars sembrada en patrón agrio, naranja Valencia, naranja Valencia Old que es la línea vieja de la valencia sembrada en patrón agrio.

A: Entonces, en cuanto al tema de merma, ¿qué cultivo le genera más merma?

Ing: Por mosca de la fruta, si no se controla bien si puede llegar hasta el 50% de la merma del cultivo, controlándolo bien, 0%. Yo tengo 3 años usando Cera Trap, todos los años, y tengo 0% de pérdida de mosca de la fruta. En la mayoría de las huertas de la región tienen pérdidas de 10%, 15%, 20%, 30%. Se ponen 10 trampas de Cera Trap con 200 ml, te dura de 3 a 5 meses dependiendo de las condiciones del clima, si son días muy soleados o de mucho viento se evapora rápidamente el producto de la trampa. En días de lluvia un poquito más frescos dura hasta 5 meses.

A: Nos puedes platicar un poco más de Cera Trap, ¿cada cuanto lo pones?, ¿qué viene siendo?

Ing: Es una proteína hidrolizada enzimática, que es una proteína que atrae a la mosca de la fruta, y pues se mete en la trampa y se muere, se ponen 10 trampas por hectárea.

A: ¿Por temporada o por cuánto tiempo?

Ing: Iniciamos en septiembre que comienza a estar la fruta un poco más atractiva para la mosca de la fruta, un poco más madura, y terminamos cuando se termina de cosechar, es decir, por ejemplo, las Valencias las cosechamos desde febrero hasta mayo, o junio y julio, dependiendo del precio. El efecto dura de 3 a 5 meses y tienes que volver a rellenar la trampa. Es un cebo atrayente de la *Ceratitis capitata* (Mosca del mediterráneo) pero que se utiliza mucho para la Mosca mexicana de la fruta.

A: ¿Y cómo te das cuenta de que la fruta tiene merma? ¿Cómo identifican la merma?

Ing: Usualmente cuando es merma de mosca se cae la fruta y al partirla tiene la larva de la mosca de la fruta adentro. En etapas tempranas se observan en el árbol todas las frutas de cierta madurez y la fruta que está picada por mosca está más adelantada su madurez, las cortas del árbol, le haces un corte transversal y te das cuenta que tiene larva.

A: ¿Quién se encarga de manejar la merma?

Ing: Cuando es de mosca de la fruta, se recoge, se entierra y se le pone cal para evitar el que salga la mosca, para romperle el ciclo. Si la dejamos en el suelo la larva tiende a caerse al suelo, se entierra, pupa y luego sale el adulto. Otras mermas, como la más común es el efecto de la negrilla, es un ácaro que lo que hace es rascar la cáscara de la naranja y se pone como un color café, como una costra, pero por dentro la fruta está excelente. De hecho, las frutas con mucho ataque de negrilla por lo mismo de que la cáscara se raspa se deshidratan un poco, entonces está más concentrado los azúcares y es más rica.

A: Y si no le afecta al fruto ¿por qué lo consideran plaga?

Ing: Porque al consumidor le gusta la fruta grandota, bonita, limpia. Pierde la estética. La fruta valencia normalmente se vende desde enero hasta julio-agosto.

A: ¿Quién es el encargado de levantar la merma?

Ing: En merma en general se recoge con el personal de campo o incluso el personal del comité va y recoge la fruta, pero eso cuando son infestaciones muy fuertes en áreas marginales. En huertas comerciales usualmente el productor con su mismo personal. Y lo que es la negrilla, va el empacador, cosecha la fruta y el mismo hace una preselección en la huerta, y depende como negocies con el empacador, puede que se lleve la fruta infestada y te la pague a un precio más bajo o que te deje la fruta. Y si te deja la fruta el mismo productor ya sea que la reparta o la venda para jugo.

A: Y en términos monetarios, ¿consideras que el tener merma es una pérdida monetaria?

Ing: Como un 2% y 10% de la producción y las ganancias. O sea, pudiera ganar un 5% más

A: ¿Qué es trips?

Ing: Es un insecto chiquito que raspa la fruta y le deja unas rayas.

Ing: Generalmente lo que no tiene valor comercial (merma categoría 3) es muy poco con huertas manejadas con buena nutrición, las huertas con buena nutrición tienen a veces frutas muy chiquitas que al final se vende para jugo. Hay veces que la negrilla se puede vender, pero cuando el mercado está muy exigente hay veces que no te la compran a nada o la compran solo para jugo. A veces hay mucha oferta de fruta de jugo y te la compran muy barata o incluso no te la compran.

Ing: Nosotros recogemos mucha fruta de huertos marginales, que son huertos marginales, huertos abandonados en donde no tienen buen manejo y ayudando recogiendo la fruta y manejando la fruta con mosca de la fruta para que los productores que tienen sus huertos comerciales no les afecte, ahorita les enseñamos las fosas, hay aproximadamente 10 tráileres de fruta tirada.

A: ¿Consideran que la merma 3 tenga repercusiones además de ser un costo no productivo o un problema mas que no sea muy obvio a la venta?

Ing: Problema fitosanitario, enfermedades para personas o animales ninguna. La fruta podrida debajo de los árboles genera un hongo llamado penicillium que es el mismo hongo que afecta en la post cosecha, si tiene ese hongo la fruta se echa a perder reduciendo la vida del fruto. Si la dejan ahí y tienen mosca de la fruta pues la larva sigue desarrollándose y no se corta el ciclo. Si hubiera alguna parte donde se obtenga el costo de la recolección, los productores tendrían mucho interés.

A: ¿Tienen el costo de recolección de merma?

Ing: Depende mucho de qué tanta fruta se caiga. En mi experiencia en una huerta de toronjos con infestación de mosca de la fruta, se le cayó como el 30% de la cosecha, 12 toneladas aproximadamente de merma, la recolección involucra que vaya una persona que vaya y recoja la fruta, lo coloca en una tina, lo voltea hacia un remolque y el remolque se va y se tira dentro de una zanja con cal, y luego se tapa. Aproximadamente son \$250 pesos por tonelada.

S: ¿Qué se le ocurre que pudiera hacerse para que se aminore el problema?

Ing: Que hubiera una parte que te recibieran esta fruta y lo que te cueste que se recupere y eso mismo generaría interés por los productores.

S: ¿Tu crees que estarían dispuestos a invertir en una solución para esta problemática?

Ing: Sí, yo creo que si, escuchando la propuesta obviamente.

S: ¿Qué obstáculos le puedes encontrar?

A: Que sea un costo muy elevado. Tiene que ser rentable la solución

S: En cuanto al transporte, un productor, así como tú ¿qué medios de transporte utilizan?

Ing: En la huerta no más un tractor y cuatrimotos para fumigar para la mosca de la fruta, usualmente una, pero ese se renta a la junta de sanidad vegetal de Montemorelos, ellos tienen cuatrimotos y se las renta a los productores para que apliquen el producto de la mosca de la fruta, el cebo atrayente, es gratis, se empezará a cobrar apenas \$10 pesos por hectárea, solo por el costo de la gasolina y del operador solamente.

S: ¿El tractor usa mucha gasolina?

Ing: De diésel al año unos \$1500 pesos por hectárea. Hay años en los que tienes mucha hierba y tienes que hacer más labores para el control de las malezas y te llevas más consumo de diésel. Normalmente son 4 rastreos al año, unas tres aplicaciones o 5 de herbicida, dependiendo del año. 80 litros por 20 pesos, \$1600 pesos al año por hectárea.

A: ¿Actualmente exporta?

Ing: Yo le vendo a una empacadora y la empacadora si exporta.

A: ¿Empacadora aquí en Nuevo León?

Ing: Sí.

A: ¿Ellos a dónde exportan?

Ing: A Canadá o Estados Unidos.

A: Por último, ahorita dices que tu huerta no tiene plaga de mosca de la fruta, pero ¿en algún momento tuviste? ¿Hace cuánto tiempo?

Ing: Sí, hace cuatro años.

A: ¿Y cuánto tardó en limpiar su huerto?

Ing: Un año.

A: ¿Y por cuánto tiempo tuvo hospedada la plaga?

Ing: Por muchos años, como 30 o 35 años.

A: La eliminó rápido.

Ing: Si, yo no creí que iba a tener esos resultados. La elimine con Cera Trap y aplicaciones una vez por semana de cebo atrayente de 4 litros de proteína, 1 litro de malatión y 92 litros de agua. 10 litros de esa mezcla se aplican por hectárea a la semana. Además, si hay fruta caída, la recojo independientemente si tiene o no mosca de la fruta, porque es difícil identificar una fruta que se cayó porque pasó el tractor y la golpeo o si fue la palomilla o algún hongo o otra cosa.

O: Si les propusiéramos a los productores hacer un centro de acopio de merma donde tu traes una tonelada de merma y nosotros te damos un aditivo para tus tractores que combinas con el diésel, ¿qué tan factible vez que la gente acepte esa solución?

Ing: Muy bien, siempre y cuando sea rentable. Yo creo que si va a ver mucho interés.

O: ¿Por qué sientes tú que los productores que tienen más merma no recurren al Cera Trap o algo así?

Ing: Hay mucha resistencia al cambio, la mayoría de los citricultores se han hecho grandes, viejos, y no han tenido ese cambio generacional. Además, a los jóvenes no les interesa mucho el campo. Ese es el problema principal. Si tienes una persona de más de 70 o 75 años y le dices “todo lo que has hecho en toda tu vida esta mal, pon este producto y tendrás mejores resultados”, es difícil, la resistencia al cambio es difícil. Además, la rentabilidad de los huertos citrícolas anteriormente no estaba tan bien, había precios muy bajos, ahora están cambiando y si conviene meterle a la huerta en nutrición para plagas, enfermedades y todo, pero para eso también se requiere gente nueva. Si le dices a un señor de 70 o 80 años que te diga que siempre le ha echado melaza con malatión, que también funciona, pero es más efectivo el Cera Trap, hay resistencia. Hay otros que quieren poner jugo de uva con vinagre que también es una opción, pero el jugo de uva con vinagre tiene caducidad de dos semanas máximo y lo tienes que estar cambiando, de pura mano de obra de 10 aplicaciones, ya se paga el Cera Trap, y el Cera Trap son 2 litros por hectárea, 4 litros por hectárea para completar todo el ciclo, estás hablando de \$600 pesos por hectárea. Y con el simple hecho de no tener mosca de la fruta, no batallas para venderla, en cambio, el que tiene mosca de la fruta, siempre va a batallar poquito.

S: ¿Sabes si alguna de las opciones para controlar las plagas tiene impacto ambiental?

Ing: De hecho, el Cera Trap es de los más amigables con el medio ambiente, porque es un cebo atrayente sin veneno, la mosca se mete, le gusta el olor, cae en la botella y se ahoga. Es de los mejores.

Anexo 3. Entrevista 2

Nombre del entrevistado: Chuy, Administrador general de la huerta

Fecha: 25 de septiembre 2019

A: Ana María Peñúñuri García

S: Samantha Lorena Cantú Ortégón

C: Chuy

O: Osvaldo Aquines

S: ¿Cuáles son los siniestros más comunes o que más le han tocado que afecten la producción?

C: Uno de los más fuertes son las heladas, las bajas temperaturas. Hemos tenido ya temperaturas bajo 0 que nos han afectado. En tiempos atrás ya ha habido dos siniestros en 83 y 89 que han sido las más fuertes. Las demás han sido leves, pero no dejan de ser siniestros. Le tenemos más miedo a una helada que a una sequía, que es otro de los siniestros que hemos tenido. Si viene escasez de agua y el naranjo se estresa, hay bajo rendimiento en todo, pero eso como quiera lo podemos superar porque son de riego. Si te deja inhabilitado una temporada, pero tenemos la seguridad que volveremos a empezar, pero un siniestro de una helada te deja paralizado como por cuatro años.

S: ¿Debajo de 0 grados ya se considera una helada?

C: Tenemos la de 0 grados, 1 o 2 grados no más queman la fruta, pero temperaturas de 7 bajo 0, queman la fruta y acaban con el árbol.

S: ¿Cuántas hectáreas son aquí?

C: Aquí son 35 hectáreas, allá son 35 hectáreas, hay otra en producción que son un total de 8,000 toronjo doble rojo rio red, y tenemos 3,400 Mars en crecimiento que en octubre cumplen el año y tenemos una huerta que está con todas las variedades que tienen estas, que son 52 hectáreas.

S: ¿Cuánto cosechan en promedio por año?

A: Únicamente de naranja.

En esta huerta hemos llegado a cosechar hasta 250 toneladas, allá unas 150 toneladas, y en la otra un total de 250 toneladas. Un total de casi 650 toneladas en cítricos de naranja.

A: Actualmente la merma de categoría 3, ¿dónde la disponen o cómo la manejan?

C: Nosotros vendemos en corte parejo, cuando pasan esos cortes en donde nos queda el contra desecho nosotros le damos un precio especial a esa fruta que se la lleva el cliente, si no también hacemos un corte promedio, por ejemplo, si salió 1 tonelada me paga media tonelada, y como quiera me la paga al precio que es. Si se la vendo en \$2000 la tonelada, se la dejo en \$1000. Eso es lo que hago. En otros casos, cuando ya es mucho recurrimos a un grupo que se llama Cáritas de Monterrey, ellos vienen y recogen la fruta para que no se pierda.

S: ¿Cuáles son las características más comunes que tiene esa merma u otra?

C: Como decía el ingeniero ahorita, fruta con negrilla, fruta chica, fruta rameada, y tenemos hasta a veces una fruta que es demasiado grande que normalmente identificamos en estos huertos.

M: ¿Y la naranja que de plano va a tirarse?

C: La recogemos, la echamos a un tráiler, la tiramos en unos pozos y le echamos cal o si no la llevamos al Comité de Sanidad Estatal donde también tienen un depósito donde nos la reciben.

A: ¿Y cómo cuanto porcentaje de la producción se va en eso?

C: Varía mucho. En donde tenemos no tenemos merma es en la Mars y en las Valencia.

A: ¿Cuánto le sale levantar una tonelada de merma?

Ing: En naranja sale como \$400 pesos.

A: ¿Quién la recoge, alguien del huerto o alguien fuera?

C: El personal de aquí, de nosotros. Si no contratamos personal de fuera que traen camionetas, a veces son los mismos que vienen y nos pizcan. El día que no trabajan nos los traemos a recoger fruta y a hacer esa operación, porque la fruta no se puede quedar en el huerto porque trae larva y muchas consecuencias que sale contraproducente.

A: ¿Cuáles son los problemas que consideras que te trae la merma?

C: Los dos problemas más fuertes que veo es el problema de la negrilla, porque tengo que estar vigilando, esa es una, que se mancha la fruta y pierde precio. Una fruta bonita la puedo comercializar a \$4000, si se pone borrada ni a \$1000.

S: ¿Estaría dispuesto a invertir en una solución que recolecta la merma y que la trabajara alguien más para tener un producto a beneficio de ustedes y que esa inversión se les regresara de alguna manera? Una inversión inicial para hacer un centro donde tu traes tu merma, la procesan y te dan algo a cambio.

C: Si como no, si estuviéramos de acuerdo. Porque de hecho vemos ahora que con la mandarina nosotros todavía aparte de que la regalábamos, porque así fue, pagábamos todavía para que se la llevaran. Estuvimos regalándola, a diario venían los ingenieros y nos preguntaban cuánto nos darían y me conformaba solo con que la quitaran. Lo que queríamos era ya no verla. Es muy contraproducente.

S: ¿Alguna vez ha pensado en alternativas en qué hacer con la merma, aparte de nomas venderla o tirarla?

C: Nosotros estábamos viendo la posibilidad de ver si hacíamos una “juguerita”, esas mermas hacerlas jugo y tener posibles clientes y trabajar con eso. Nosotros si le damos la razón a los clientes, porque si nosotros vamos al mercado y vemos una fruta muy chica pues no la vamos a agarrar. Uno se fija en el tamaño y en lo estético. Tenemos ese proyecto del jugo, tener nuestros envases y distribuirlo. A veces Cáritas se le llenan las bodegas y no te puede recibir, a veces todos tenemos mermas y no tenemos quien las recolecte. A veces tenemos la huerta bien controlada y en una semana se puede descontrolar. De mosca, de negrilla o de otra plaga.

A: ¿Actualmente, si situación con la plaga como es? ¿Tiene mosca de la fruta?

C: No, hacemos las medidas necesarias que nos están pidiendo. Tenemos nuestro propio laboratorio haciendo nuestra proteína y su malatión que se tiene que aplicar. Ahorita no hay apoyo de gobierno y no vienen los aviones que fumigan, entonces cada productor hace su propia proteína para que salga más económico, Comité nos renta motos y se aplica.

A: ¿Hace cuánto no tiene plaga de la mosca?

C: Ahorita tenemos 5 meses de estar libres.

A: ¿Y cuánto tiempo duraron con ella?

C: Tuvimos un problema como un mes completo con una huerta. Nosotros le vendemos a una empresa en Montemorelos y al momento de venir a muestrear, son muy delicados, de toda la huerta de 200 toneladas que había, 3 toronjas encontraron larva y paro todo.

A: ¿Qué medidas tomó para eliminar la mosca?

C: La primera fue recoger toda la fruta caída y todo lo que estaba por caerse, o sea, sacudimos los árboles. Aplicamos un malatión que es 500, nos sugirieron aplicar más dosis, lo doblamos a 1000 y lo aplicábamos 3 veces por semana y fue lo que nos ayudó a bajar el índice en 15 días. Pero, aun así, no dejamos de fumigar.

A: ¿Actualmente vendes a otros estados o a Estados Unidos?

C: Estas huertas están registradas para el mercado nacional y también para el extranjero, nosotros normalmente vendimos un 50\$ para el extranjero y 50% para nacional. Cuando nos vienen a checar la fruta cuando la quieren para exportación, viene USDA y mínimo parte 200 naranjas y con una que salga mal ya no pasa, te dan recomendaciones de qué le vas a aplicar.

A: En términos monetarios ¿tu crees que te conviene más vender nacional o en el extranjero?

C: Al extranjero, definitivamente. Nacional te dan unos precios que solo sacas los puros costos. en el extranjero la naranja te la pagan a dólar. Los del extranjero traen la gente, traen sus unidades y tráileres desinfectados, y ellos la pizcan y se la llevan a sus cámaras de gases y de ahí la empaican, pero ellos hacen esa operación.

S: ¿Qué vehículos utilizan aquí?

C: Tenemos cuatro tractores, una cuatrimoto, tenemos equipo de fumigaciones para polvos que son para los azufres, y unas fumigadoras aspersores de agua de 2000 litros.

S: ¿Sabe más o menos cuanto utilizan de combustible o cuánto gastan en diésel?

C: Varía mucho. \$300 o \$400 pesos por hectárea en cada corrida.

S: Nosotros básicamente lo que estamos haciendo es un estudio para ver qué tan factible es hacer bioetanol a base de las naranjas, pero no se cierra a la idea para que luego se abra a otros cultivos, pero no sabemos qué objeciones pueda haber en base a eso.

C: Yo soy representante de los patrones, ellos están de la mejor disposición cuando hay ideas así. Por ejemplo, ahorita que se nos quedó la naranja Valencia, una parte, me pidieron que

buscara gente, que la regalara, y pues no, nadie quería. En mi opinión personal, si estaría dispuesto. Yo digo que sí, porque a veces hay que pagar para quitarla, y a veces hay pérdidas definitivas, pero lo importante es que se le saque provecho.

Anexo 4. Datos de hectáreas de la Zona Citrícola de Nuevo León

	Hectáreas plantadas	Huertos
Abandonadas	5110.200	1501
Productivas	25325.440	4581
TOTAL	30435.640	6082

De las hectáreas productivas:

	Hectáreas plantadas	Árboles plantados	Árboles por hectárea	% de hectárea
Limón	70.180	25191	359	0.28%
Mandarina	2,164.904	641960	297	8.55%
Toronja	2,624.400	771609	294	10.36%
Naranja	20,465.956	5327924	260	80.81%
TOTAL	25,325.440	6766684	267	100.00%

De las hectáreas productivas de naranja:

	Hectáreas plantadas	Árboles plantados	% de hectárea
Valencia	13342.113	3641765	68.35%
Temprana	3915.559	857239	16.09%
Marrs	2883.164	742963	13.94%
Hamlin	51.060	11152	0.21%
Kumquat	0.500	220	0.00%
Napoles	1.500	234	0.00%
Navel	239.840	65506	1.23%
Parson brown	11.100	2532	0.05%
Pineapple	6.120	956	0.02%
Crio cubano	15.000	5357	0.10%
TOTAL	20465.956	5327924	100.00%

Anexo 5. Datos de huertos de la Zona Citrícola de Nuevo León.

De los huertos productivos:

	Huertos
Si tiene plaga	2218
No tiene plaga	666
TOTAL	2884

Presencia de plagas	Huertos
Negrilla	2796
Escamas	156
Mosca Fruta	1761
Minador	181
Mosca Prieta	159
Otra plaga	288

Anexo 6. Histórico de cosecha y estimación de merma de la Zona Citrícola de Nuevo León y asegurados del Fondo de Aseguramiento.

Temporada	Total de la ZCNL			Solo asegurados (datos concretos)	
	Cosecha (toneladas)	Merma aproximada (considerando el 9%) (toneladas)	Hectáreas aseguradas (Ha)	Cosecha asegurada (toneladas)	Merma aproximada (considerando el 9%) (toneladas)
<i>2012-2013</i>	293,071.00	26,376.39			
<i>2013-2014</i>	306,270.00	27,564.30			
<i>2014-2015</i>	311,972.00	28,077.48			
<i>2015-2016</i>	328,503.00	29,565.27			
<i>2016-2017</i>	335,109.00	30,159.81	2,504.00	28,748.00	2,587.32
<i>2017-2018</i>	371,518.00	33,436.62	3,229.00	41,095.00	3,698.55
<i>2018-2019</i>	256,565.00	23,090.85	5,650.00	40,448.00	3,640.32
PROMEDIO	324,407.17	29,196.65	3,794.33	36,763.67	3,308.73

12. Referencias bibliográficas

Alibaba. (2019). *Industry Chemical Reactor 500-20000L*. Recuperado en septiembre de 2019 de: <https://spanish.alibaba.com/product-detail/Industry-chemical-reactor-price-5001-200001-60382051432.html?spm=a2700.galleryofferlist.normalList.180.104f5697wWrvBG>

Alibaba. (2019). *X-humate Mono Ammonium Phosphate*. Recuperado en octubre de 2019 de: <https://spanish.alibaba.com/product-detail/X-humate-Mono-Ammonium-Phosphate-MAP-62264224817.html?spm=a2700.galleryofferlist.normalList.28.4c9019e8J3XmgA&s=p>

Alibaba. (2019). *Máquina de Agua 20-150 L/hr*. Recuperado en octubre de 2019 de: <https://spanish.alibaba.com/product-detail/20-to-150-L-H-Ultra-60659749931.html?spm=a2700.7724838.2017115.31.5a89353aF0w1tn&s=p>

Bioiberica. (n/a). *Cera Trap*. Bioiberica. Recuperado en octubre de 2019 de: <https://www.planthealth.es/soluciones-estres-vegetal/atrayentes-biologicos/cera-trap>

BugGuide. (n/a). *Species Anastrepha ludens - Mexican Fruit Fly*. BugGuide. Recuperado en agosto de 2019 de: <https://bugguide.net/node/view/71452>

Cámara de Diputados Del H. Congreso de la U. (2008). *Ley de Promoción y Desarrollo de Bioenergéticos*. Recuperado en noviembre de 2019 de: <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LPDB.pdf>

Cámara de Diputados Del H. Congreso de la U. (2008). *Reglamento de la Ley de Promoción y Desarrollo de Bioenergéticos*. Recuperado en noviembre de 2019 de: http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LPDB.pdf

Cisneros, Fausto. (n/a). *Definición de Plaga Agrícola*. Horticulture International. Recuperado en agosto de 2019 de: <https://hortintl.cals.ncsu.edu/es/content/definici%C3%B3n-de-plaga-agr%C3%ADcola>

Diario Oficial de la Federación. (2018). *Lineamientos por los que se establecen las especificaciones de calidad y características para etanol anhidro (bioetanol), biodiésel y bioturbosina puros*. Recuperado en noviembre de 2019 de: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5541659&fecha=22/10/2018

Diario Oficial de la Federación. (2018). *Acuerdo por el que la Secretaría de Energía y la Comisión Reguladora de Energía expiden criterios de aplicación de las actividades permitidas en materia de bioenergéticos*. Recuperado en noviembre de 2019 de: https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5546751&fecha=18/12/2018

Dwyer, S., Drewette, A., Farrell, V., Miller, A., (n/a). *Biofuels. What is bioethanol?* Recuperado en julio de 2019 de: http://www.esru.strath.ac.uk/EandE/Web_sites/02-03/biofuels/what_bioethanol.htm

ENSUS UK LIMITED (2017). *What is bioethanol?*. Sudzucker Group. Recuperado en julio de 2019 de: http://www.ensus.co.uk/Pdf/Bioethanol/What_is_bioethanol_.pdf?

Gómez Cruz, M., Schwentesius Rindermann, R., (1997). *La Agroindustria de Naranja en México*. Universidad Autónoma de Chihuahua. Recuperado en agosto de 2019 de: <http://www.concitver.com/archivosenpdf/naranjaysuindustria.pdf>

Gracida, J. (2014). *Factores previos involucrados en la producción de bioetanol, aspectos a considerar*. Recuperado en noviembre de 2019 de: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-49992014000200008

Infoagro. (n/a). *El Bromuro de Metilo y sus Alternativas (1ª parte)*. Infoagro. Recuperado en septiembre de 2019 de: https://www.infoagro.com/abonos/bromuro_de_metilo.htm

Invasive Species Compendium. (2018). *Anastrepha ludens (Mexican fruit fly)*. CABI. Recuperado en agosto de 2019 de: <https://www.cabi.org/isc/datasheet/5654>

Jain, A., Chaurasia, S.P., (2014). *Bioethanol Production in Membrane Bioreactor (MBR) System: A Review*. Banasthali University. Recuperado en agosto de 2019 de: <https://pdfs.semanticscholar.org/50a1/10d92b7e9528e620989958e5572ac2422f87.pdf>

Maabjerg Energy Centre (n/a) *Bio-knowledge*. Holstebro Struer. Recuperado en julio de 2019 de: <https://www.maabjergenergycenter.com/about-bioethanol/what-is-bioethanol>

MarketsInsider (2019) *Ethanol Price Today*. Recuperado en octubre de 2019 de: <https://markets.businessinsider.com/commodities/ethanol-price>

Massogarden. (n/a). *Fumagina, Negrilla, Negro, Hollín*. Massogarden. Recuperado en agosto de 2019 de: <http://www.massogarden.com/es/plagas-y-enfermedades-es/fumagina-negrilla-negro-hollin>

MNHN. (n/a). *El origen de la fumagina: Interacción entre plantas, insectos y hongos*. Servicio Nacional del Patrimonio Cultural. Recuperado en agosto de 2019 de: http://www.mnhn.gob.cl/613/w3-article-52856.html?_noredirect=1

Óscar Julián Sánchez, & Cardona, C. A. (2005). *PRODUCCIÓN BIOTECNOLÓGICA DE ALCOHOL CARBURANTE II: INTEGRACIÓN DE PROCESOS*. Interciencia, 30(11), 679-686,720. Recuerado de: <https://ezproxy.udem.edu.mx:2089/docview/210149861?accountid=17236>

Pavón, M. E. (2017). *Mermas frutihortícolas en el mercado de abasto Córdoba: Estudio de potenciales reducciones*. (Bachelor's thesis, Universidad Nacional de Córdoba. Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales Escuela de Ingeniería Industrial.). Recuperado en julio de 2019 de: <https://rdu.unc.edu.ar/bitstream/handle/11086/5596/Mermas%20Frutihort%20adcolas%20en%20el%20Mercado%20de%20Abasto%20Cordoba.%20Potenciales%20Reducciones.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Pirinolli, A. (2015). *What is bioethanol?*. AZO Clean Tech. Recuperado en julio de 2019 de: <https://www.azocleantech.com/article.aspx?ArticleID=403>

Preston, T. R. (2005). *Los biodigestores en los sistemas agrícolas ecológicos*. Leisa Revista de Agroecología, 21, 18-22.

Rivas, J (2018). *Etanol, el combustible alternativo para autos en el Valle de México*. Recuperado en octubre de 2019 de : <https://www.unotv.com/noticias/portal/investigaciones-especiales/detalle/etanol-combustible-alternativo-autos-valle-mexico-013555/>

SENER (2019). *Solicitud de permiso para venta al mayoreo de bioenergéticos*. Recuperado en octubre de 2019 de: <https://www.gob.mx/tramites/ficha/solicitud-de-permiso-para-la-venta-al-mayoreo-de-bioenergeticos/SENER1230>

SENER (2019). *Permiso para producir bioenergéticos*. Recuperado en octubre de 2019 de: <https://www.gob.mx/tramites/ficha/permiso-para-producir-bioenergeticos/SENER1226>

Salinas Callejas, Edmar; Gasca Quezada, Víctor. (2009). *Los biocombustibles*. El cotidiano. Distrito Federal. Revista.

Seminis. (2016). *¿Qué es y cómo tramitar un Certificado Fitosanitario Internacional?*. Seminis. Recuperado en octubre de 2019 de: <https://www.seminis.mx/blog-que-es-y-como-tramitar-un-certificado-fitosanitario-internacional/>

Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria. (2015). *Requisitos fitosanitarios para la importación*. Gobierno de México. Recuperado en octubre de 2019 de: <https://sistemasssl.senasica.gob.mx/mcrfi/ConsultaCatalogos.xhtml>

Tejeda, L. Marimón, W. Medina, M. (2014) *Evaluación del potencial de las cáscaras de frutas en la obtención de etanol*. Universidad de Antioquia. Recuperado en Septiembre de 2019.

Ucañán Leyton, Roger. (N/A). *Cálculo del periodo de recuperación de la inversión o payback*. Gestipolis. Recuperado en noviembre de 2019 de: <https://www.gestipolis.com/calculo-del-periodo-de-recuperacion-de-la-inversion-o-payback/>

United States Department of Agriculture. (2018). *Pest-Free Areas*. United States Department of Agriculture. Recuperado en agosto de 2019 de: http://www.aphis.usda.gov/import_export/plants/manuals/ports/downloads/DesignatedPestFreeAreas.pdf

University of Florida. (n/a). *Mexican fruit fly*. UF IFAS. Recuperado en agosto de 2019 de: https://entomology.ifas.ufl.edu/creatures/fruit/tropical/mexican_fruit_fly.htm

U.S. Department of Agriculture. (n/a). *Mexican Fruit Fly*. National Invasive Species Information Center. Recuperado en agosto de 2019 de: <https://www.invasivespeciesinfo.gov/profile/mexican-fruit-fly>

Verdecora. (n/a). *Eliminar la fumagina u hongo negrilla*. Verdecora. Recuperado en agosto de 2019 de: <https://verdecora.es/blog/eliminar-fumagina-hongo-negrilla>

Virrerira, J., Góngora, O., (2014). *CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA DE LAS CÁSCARAS DE NARANJA (Citrus sinensis L.) Y POMELO (Citrus grandis), PARA OBTENER BIOETANOL - IQUITOS*. UNAP. Recuperado en julio de 2019 de: http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/4258/Julio_Tesis_T%C3%ADtulo_2014.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Visioli, Luiz J., Stringhini, Fabiane M., Salbego, Paulo R.S., Chielle, Daniel P., Ribeiro, Gabrielly V., Gasparotto, Juliana M., Aita, Bruno C., Klaic, Rodrigo, Moscon, Jéssica M., and Mazutti, Marcio A. *"Use of Agroindustrial Residues for Bioethanol Production-Chapter 3."* Bioenergy Research. 2014. 49-56. Web.

Cuevas, C (2001) *Medición del Desempeño. RETORNO SOBRE INVERSIÓN, ROI; INGRESO RESIDUAL, IR; VALOR ECONÓMICO AGREGADO, EVA; ANÁLISIS COMPARADO*. Recuperado en Septiembre de 2019 de: http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0123-59232001000200001&script=sci_arttext&tlng=en